

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-222064

(43) 公開日 平成9年(1997) 8月26日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 N 11/08			F 0 2 N 11/08	G
F 0 2 D 29/02			F 0 2 D 29/02	D
41/06	3 3 0		41/06	3 3 0 A
45/00	3 2 2		45/00	3 2 2 C
F 0 2 N 11/00			F 0 2 N 11/00	K

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 45 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-203239

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月12日

(31) 優先権主張番号 特願平7-346683

(32) 優先日 平7(1995)12月12日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 三上 強

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 炭木 隆次

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 畑 祐志

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

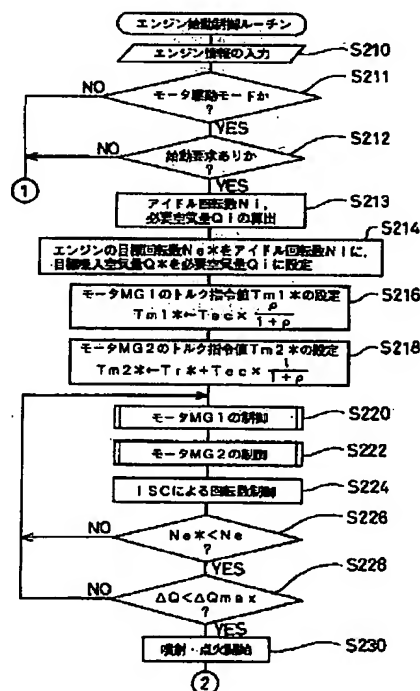
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の始動制御装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の始動時における内燃機関からの出力トルクの変動の防止と、エミッションの排出の低減を図る。

【解決手段】 エンジンの始動要求があると (S212)、始動時における目標とするアイドル回転数  $N_i$  と、 $N_i$  を維持するのに必要な空気量  $Q_i$  を求める (S213)。次いで、 $N_i$  と  $Q_i$  を目標回転数  $N_e^*$  と目標吸入空気量  $Q^*$  に設定する (S214)。エンジンを  $N_e^*$  で回転させるためのクランキングトルクをモータ MG1、MG2 により発生させるべく、MG1、MG2 のトルク指令値  $T_{m1}$ 、 $T_{m2}$  を設定して (S216、S218)、MG1、MG2 を制御する (S220、S222)。その後、ISC により吸入空気量を  $Q^*$  に調整し (S224)、 $N_e$  および  $Q$  の安定を待って、燃料噴射制御・点火時期制御を開始して (S230)、エンジンを始動する。ここでは、 $N_e^*$  および  $Q^*$  に応じて燃料噴射量及び点火時期が求められる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関と、  
該内燃機関の出力軸に連結された電動機とを備える内燃  
機関の始動制御装置において、  
前記内燃機関の始動要求があったとき、前記電動機を制  
御して前記内燃機関を所定回転数でモータリングするモ  
ータリング制御手段と、  
前記内燃機関を制御する物理量のうち所定の物理量につ  
いて、前記内燃機関が前記所定回転数で安定して運転可  
能となる値を算出する算出手段と、  
前記モータリングされた内燃機関を、前記算出手段で算  
出された値に応じた制御により始動する始動手段とを備  
えることを特徴とする内燃機関の始動制御装置。

【請求項 2】 前記所定回転数は、アイドル回転数であ  
る請求項 1 記載の内燃機関の始動制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の内燃機関の始動  
制御装置であって、  
前記電動機として、  
回転軸を有する第 1 の電動機と、  
駆動の対象としての駆動軸に動力を入出力可能に結合さ  
れる第 2 の電動機とを備えるとともに、  
前記内燃機関の出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各  
々動力を伝達可能に結合される 3 軸を有し、該 3 軸のう  
ちいずれか 2 軸へ入出力される動力を決定したとき、該  
決定された動力に基づいて残余の 1 軸へ入出力される動  
力が決定される 3 軸式動力入出力手段を備え、さらに、  
前記モータリング手段は、  
前記第 1、第 2 の電動機を制御することにより、前記 3  
軸式動力入出力手段により前記内燃機関へモータリング  
のための動力が出力されるよう制御する電動機制御手段  
を備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の内燃機関の始動制御装置  
であって、  
前記電動機制御手段は、  
所定の動力を出力するよう前記第 1 の電動機を制御する  
手段と、  
前記 3 軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力  
される動力の偏差を打ち消すよう前記第 2 の電動機を制  
御する手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の内燃機関の始動制御装置  
であって、  
駆動の対象としての駆動軸を有し、前記内燃機関は該駆  
動軸と機械的に結合されており、  
さらに、  
前記所定回転数は、  
前記駆動軸の回転数に基づき定められる回転数であり、  
前記算出手段にて算出される前記所定の物理量の値は、  
前記内燃機関が、前記所定回転数で出力トルクが略ゼロ  
で運転可能となる値である内燃機関の始動制御装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の内燃機関の始動制御装置

であって、

内燃機関の出力トルクの目標値を目標トルクとして設定  
する目標トルク設定手段と、

前記始動手段による前記内燃機関の始動後、前記内燃機  
関の出力トルクを略ゼロから前記設定された目標トルク  
に向けて、前記内燃機関の出力トルクが漸次増大される  
よう前記内燃機関を制御する内燃機関トルク増大手段と  
を備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の内燃機関の始動制御装置  
であって、

前記内燃機関トルク増大手段による制御の実行時に、前  
記電動機の出力トルクが漸次減少されるよう前記電動機  
を制御する電動機トルク減少手段を備える内燃機関の始  
動制御装置。

【請求項 8】 請求項 5 ないし 7 のうちのいずれか記載  
の内燃機関の始動制御装置であって、

前記電動機として、  
回転軸を有する第 1 の電動機と、  
前記駆動軸に動力を入出力可能に結合される第 2 の電動  
機とを備えるとともに、  
前記内燃機関の出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各  
々動力を伝達可能に結合される 3 軸を有し、該 3 軸のう  
ちいずれか 2 軸へ入出力される動力を決定したとき、該  
決定された動力に基づいて残余の 1 軸へ入出力される動  
力が決定される 3 軸式動力入出力手段を備え、さらに、  
前記モータリング手段は、  
前記第 1、第 2 の電動機を制御することにより、前記 3  
軸式動力入出力手段により前記内燃機関へモータリング  
のための動力が出力されるよう制御する電動機制御手段  
を備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の内燃機関の始動制御装置  
であって、

前記電動機制御手段は、  
所定の動力を出力するよう前記第 1 の電動機を制御する  
手段と、  
前記 3 軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力  
される動力の偏差を打ち消すよう前記第 2 の電動機を制  
御する手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 記載の内燃機関の始  
動制御装置であって、  
前記駆動軸に出力する目標動力を入力して、該目標動力  
から前記所定回転数および前記目標トルクを求める目標  
動力設定手段と、

前記始動手段による前記内燃機関の始動後、前記内燃機  
関から出力される動力が、前記 3 軸式動力入出力手段お  
よび前記第 1、第 2 の電動機により前記目標動力として  
前記駆動軸に出力されるよう制御する制御手段とを備え  
る内燃機関の始動制御装置。

【請求項 11】 請求項 1 記載の内燃機関の始動制御装  
置であって、

車両と、

該車両に設けられ、前記電動機の出力と前記内燃機関の出力との少なくとも一方を前記車両の車軸に伝達する伝達手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項12】 請求項1または11記載の内燃機関の始動制御装置であって、  
前記電動機の電源となる充電可能なバッテリーと、  
前記内燃機関の回転力を受けて前記バッテリーに供給する電気を発生する発電機と、  
前記バッテリーの充電量に応じて前記内燃機関の運転時期を決定する運転時期決定手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項13】 内燃機関の始動要求があったとき、前記内燃機関を所定のアイドル回転数でモータリングする工程と、  
該モータリングされた内燃機関が、前記モータリングによらずに前記アイドル回転数の運転状態となるように、前記内燃機関を制御する物理量のうちの所定の物理量を制御する工程とを備える内燃機関の始動時制御方法。

【請求項14】 駆動軸と機械的に結合される内燃機関を始動する内燃機関の始動時制御方法において、  
前記内燃機関の始動要求があったとき、前記駆動軸の回転数に基づき前記内燃機関の始動時の目標回転数を設定する工程と、  
該設定された目標回転数で前記内燃機関をモータリングする工程と、  
該モータリングされた内燃機関が、前記モータリングによらずに前記目標回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となるように、前記内燃機関を制御する物理量のうちの所定の物理量を制御する工程とを備える内燃機関の始動時制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関の始動要求を受けて内燃機関を始動する内燃機関の始動制御装置およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、内燃機関の始動制御装置の一つとして、特開平6-141405号公報に示されるものが提案されている。これは、内燃機関の始動後、吸入空気量を所定期間にわたって少流量に抑制することで、排気系の触媒装置が十分な活性化温度に昇温していない状態での排気総流量を少なくする技術である。この技術によれば、内燃機関の始動後におけるエミッションの排出を低減することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来の内燃機関の始動制御装置は、始動後における吸入空気量を制御するものであり、点火・燃焼を開始する始動時には次のような課題が未だに解決されていない。

【0004】 内燃機関の始動制御は、まずスタータモータにより内燃機関を回転させて燃料噴射および点火制御を行ない、アイドルスピードコントロールバルブ（以下、ISCVという）などを全開にしてファイアリングへと導き、その後、所定のアイドル回転速度へと移行させる、一連の複雑な制御からなっている。このような内燃機関の始動制御は、上記従来の始動制御装置においても採用されるものであり、一般的な内燃機関の始動方法として確立されている。

【0005】 こうした始動制御が実行されるときの内燃機関の回転速度は、スタータモータによる250～300[rpm]のモータリングからファイアリング時の約1300[rpm]、そしてアイドル回転速度である約800[rpm]と大きく変化し、内燃機関の吸入空気量の変化も大きくなる。このため、内燃機関の始動前後において、内燃機関から出力するトルクが大きく変化する問題が発生した。

【0006】 また、従来技術のように始動直後のエミッション排出の低減を図っても、吸入空気量の変化が大きくなり、このため、内燃機関制御系により吸入空気量を予測計算してエミッションが少なくなるような制御を実行しても、その予測計算が不正確となり、エミッションの排出を十分に防止することができなかった。

【0007】 この発明の内燃機関の始動制御装置およびその制御方法は、こうした問題に鑑みてなされたもので、内燃機関の始動時における内燃機関からの出力トルクの変動を防止し、また、エミッションの排出を低減することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】 上述の課題を解決するためになされた第1の発明の内燃機関の始動制御装置は、内燃機関と、該内燃機関の出力軸に連結された電動機とを備える内燃機関の始動制御装置において、前記内燃機関の始動要求があったとき、前記電動機を制御して前記内燃機関を所定回転数でモータリングするモータリング制御手段と、前記内燃機関を制御する物理量のうち所定の物理量について、前記内燃機関が前記所定回転数で安定して運転可能となる値を算出する算出手段と、前記モータリングされた内燃機関を、前記算出手段で算出された値に応じた制御により始動する始動手段とを備えることを要旨とする。

【0009】 ここでいう「回転数」とは、単位時間当たりの回転数であり、いわゆる回転速度と同じ意味で使用している。以下、この明細書では、単位時間当たりの回転数を、単に回転数と呼ぶ。また、始動手段による始動とは、内燃機関を点火・燃焼開始することで、燃料供給制御や点火制御等を実行することである。

【0010】 前記構成の内燃機関の始動制御装置は、内燃機関の始動要求があったとき、モータリング制御手段により電動機を制御して、内燃機関を所定回転数でモータ

タリングする。そして、内燃機関を制御する物理量のうち所定の物理量について、内燃機関がその所定回転数で安定して運転可能となる値を、算出手段により算出し、モータリングされた内燃機関を、その算出された値に応じた制御により、始動手段にて始動する。

【0011】したがって、内燃機関の始動時（詳細には、点火・燃焼開始の直前から直後まで）において、算出手段により算出された値に応じた制御がなされることにより、内燃機関が所定回転数で安定した運転状態となる。このため、内燃機関の始動時（以下、点火・燃焼開始の直前、直後を含めて点火・燃焼開始の時を「始動時」と呼ぶ）において、内燃機関から出力されるトルクの変動を防止することができる。

【0012】前記第1の発明の内燃機関の始動制御装置において、前記所定回転数は、アイドル回転数とすることができる。ここでいうアイドル回転数とは、内燃機関を無負荷において低速で運転するアイドル回転時における内燃機関の回転数である。この構成により、内燃機関をアイドル回転数にて即座に始動することができる。

【0013】また、これら内燃機関の始動制御装置において、前記電動機として、回転軸を有する第1の電動機と、駆動の対象としての駆動軸に動力を入出力可能に結合される第2の電動機とを備えるとともに、前記内燃機関の出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各々動力を伝達可能に結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の1軸へ入出力される動力が決定される3軸式動力入出力手段を備え、さらに、前記モータリング手段は、前記第1、第2の電動機を制御することにより、前記3軸式動力入出力手段により前記内燃機関へモータリングのための動力が出力されるよう制御する電動機制御手段を備える構成とすることもできる。

【0014】この構成によれば、第1、第2の電動機を制御することにより、3軸式動力入出力手段により内燃機関へモータリングのための動力が出力される。こうして内燃機関をモータリングすることができる。

【0015】また、この構成によれば、内燃機関から出力される動力が、3軸式動力入出力手段および第1、第2の電動機によりトルク変換されて駆動軸に出力されるよう第1、第2の電動機を駆動制御することで、内燃機関から出力される動力をトルク変換して駆動軸に出力することができる。しかも、2軸へ動力を独立に入出力できる3軸式動力入出力手段を用いるから、その2軸を内燃機関の出力軸および駆動軸に動力を伝達可能に結合される軸とすれば、駆動軸の回転数に拘わらず、独立に内燃機関の出力軸を回転させることができる。この結果、内燃機関を効率の良い運転ポイントで運転することができ、装置全体としてのエネルギー効率を向上させることができる。

【0016】さらに、上記構成の内燃機関の始動制御装

置において、前記電動機制御手段は、所定の動力を出力するよう前記第1の電動機を制御する手段と、前記3軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう前記第2の電動機を制御する手段とを備える構成とすることもできる。

【0017】この構成によれば、3軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう第2の電動機が制御されることから、モータリング運転時における駆動軸のトルク変動を防止することができる。

【0018】前記第1の発明の内燃機関の始動制御装置において、駆動の対象としての駆動軸を有し、前記内燃機関は該駆動軸と機械的に結合されており、さらに、前記所定回転数は、前記駆動軸の回転数に基づき定められる回転数であり、前記算出手段にて算出される前記所定の物理量の値は、前記内燃機関が、前記所定回転数で出力トルクが略ゼロで運転可能となる値である構成とすることもできる。

【0019】この構成によれば、内燃機関の始動要求があったとき、内燃機関を所定回転数にモータリングする。そして、内燃機関を制御する物理量のうち所定の物理量について、内燃機関がその所定回転数で出力トルクが略ゼロで運転可能となる値を、算出手段により算出し、モータリングされた内燃機関を、その算出された値に応じた制御により始動する。

【0020】したがって、内燃機関の始動時において、算出手段により算出された値に応じた制御がなされることにより、内燃機関が所定回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となる。このため、内燃機関の始動時において、内燃機関から出力されるトルクの変動を防止することができる。この結果、内燃機関と機械的に結合されている駆動軸についてのトルク変動も防止することができる。

【0021】前記構成の内燃機関の始動制御装置において、内燃機関の出力トルクの目標値を目標トルクとして設定する目標トルク設定手段と、前記始動手段による前記内燃機関の始動後、前記内燃機関の出力トルクを略ゼロから前記設定された目標トルクに向けて、前記内燃機関の出力トルクが漸次増大されるよう前記内燃機関を制御する内燃機関トルク増大手段とを備える構成とすることもできる。

【0022】この構成によれば、内燃機関の始動後において、目標トルクに向けて、内燃機関の出力トルクが漸次増大されることから、内燃機関の始動後においても、内燃機関から出力されるトルクの急激な変動を防止することができる。

【0023】さらに、この構成の内燃機関の始動制御装置において、前記内燃機関トルク増大手段による制御の実行時に、前記電動機の出力トルクが漸次減少されるよう前記電動機を制御する電動機トルク減少手段を備える



構成とすることが好ましい。

【0024】この構成によれば、内燃機関の出力トルクの増大分を電動機の出力トルクの減少分で差し引くことができることから、内燃機関から出力されるトルクと電動機から出力されるトルクとの和は所定範囲内に保たれる。このため、内燃機関と電動機との両方から動力を受ける駆動軸に作用するトルクは所定範囲内に保たれることから、その駆動軸のトルク変動を滑らかなものとすることができる。

【0025】また、前記内燃機関の始動制御装置において、前記電動機として、回転軸を有する第1の電動機と、前記駆動軸に動力を入出力可能に結合される第2の電動機とを備えるとともに、前記内燃機関の出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各々動力を伝達可能に結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の1軸へ入出力される動力が決定される3軸式動力入出力手段を備え、さらに、前記モータリング手段は、前記第1、第2の電動機を制御することにより、前記3軸式動力入出力手段により前記内燃機関へモータリングのための動力が出力されるよう制御する電動機制御手段を備える構成とすることもできる。

【0026】この構成によれば、第1、第2の電動機を制御することにより、3軸式動力入出力手段により内燃機関へモータリングのための動力が出力される。こうして内燃機関をモータリングすることができる。

【0027】また、この構成によれば、内燃機関から出力される動力が、3軸式動力入出力手段および第1、第2の電動機によりトルク変換されて駆動軸に出力されるよう第1、第2の電動機を駆動制御することで、内燃機関から出力される動力をトルク変換して駆動軸に出力することができる。しかも、2軸へ動力を独立に入出力できる3軸式動力入出力手段を用いるから、その2軸を内燃機関の出力軸および駆動軸に動力を伝達可能に結合される軸とすれば、駆動軸の回転数に拘わらず、独立に内燃機関の出力軸を回転させることができる。この結果、内燃機関を効率の良い運転ポイントで運転することができる。装置全体としてのエネルギー効率を向上させることができる。

【0028】前記構成の内燃機関の始動制御装置において、前記電動機制御手段は、所定の動力を出力するよう前記第1の電動機を制御する手段と、前記3軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう前記第2の電動機を制御する手段とを備える構成とすることもできる。

【0029】この構成によれば、3軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう第2の電動機が制御されることから、モータリング運転時における駆動軸のトルク変動を防止することができる。

【0030】さらに、前記構成の内燃機関の始動制御装置において、前記駆動軸に出力する目標動力を入力して、該目標動力から前記所定回転数および前記目標トルクを求める目標動力設定手段と、前記始動手段による前記内燃機関の始動後、前記内燃機関から出力される動力が、前記3軸式動力入出力手段および前記第1、第2の電動機により前記目標動力として前記駆動軸に出力されるよう制御する制御手段とを備える構成とすることもできる。

【0031】この構成によれば、内燃機関の始動後、内燃機関は所定回転数で目標トルクの運転状態に制御され、この内燃機関から出力される動力は駆動軸に出力される。

【0032】上記第1の発明の内燃機関の制御装置において、車両と、該車両に設けられ、前記電動機の出力と前記内燃機関の出力との少なくとも一方を前記車両の車軸に伝達する伝達手段とを備える構成とすることもできる。

【0033】この構成によれば、内燃機関の始動時、停止時に拘らず、電動機により車両の車軸を安定して回転させることができる。

【0034】さらに、上記第1の発明の内燃機関の制御装置において、前記電動機の電源となる充電可能なバッテリーと、前記内燃機関から駆動力を受けて前記バッテリーに供給する電気を発生する発電機と、前記バッテリーの充電量に応じて前記内燃機関の運転時期を決定する手段とを備える構成としてもよい。

【0035】この構成によれば、バッテリーの充電量が低下する都度内燃機関が始動されることになり、内燃機関の始動の機会が多くなる。従って、前述したエミッションを低減して、低公害化を図る効果やトルク変動を防止する効果がより一層十分に発揮されることになる。

【0036】第2の発明の内燃機関の始動時制御方法は、内燃機関の始動要求があったとき、前記内燃機関を所定のアイドル回転数でモータリングする工程と、該モータリングされた内燃機関が、前記モータリングによらずに前記アイドル回転数の運転状態となるように、前記内燃機関を制御する物理量のうちの所定の物理量を制御する工程とを備えることを要旨としている。

【0037】この構成によれば、内燃機関の始動要求があったとき、内燃機関をアイドル回転数でモータリングする。そして、モータリングされた内燃機関が、そのモータリングによらずにアイドル回転数の運転状態となるよう運転される。

【0038】したがって、内燃機関の始動時において、内燃機関がアイドル回転数で安定した運転状態となる。このため、内燃機関の始動時において、内燃機関から出力されるトルクの変動を防止することができる。

【0039】第3の発明の内燃機関の始動時制御方法は、駆動軸と機械的に結合される内燃機関を始動する内

燃機関の始動時制御方法において、前記内燃機関の始動要求があったとき、前記駆動軸の回転数に基づき前記内燃機関の始動時の目標回転数を設定する工程と、該設定された目標回転数で前記内燃機関をモータリングする工程と、該モータリングされた内燃機関が、前記モータリングによらずに前記目標回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となるように、前記内燃機関を制御する物理量のうちの所定の物理量を制御する工程とを備えることを要旨としている。

【0040】この構成によれば、内燃機関の始動要求があったとき、内燃機関を目標回転数にモータリングする。そして、モータリングされた内燃機関が、そのモータリングによらずに目標回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となるよう運転される。

【0041】したがって、内燃機関の始動時において、内燃機関が目標回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となる。このため、内燃機関の始動時において、内燃機関から出力されるトルクの変動を防止することができる。

【0042】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

【0043】1. 第1実施例

本発明の第1の実施例としての始動制御装置は、エンジンで発生した運動エネルギーを、車軸を駆動する運動エネルギーとモータを駆動する電気エネルギーとに分配する機械式の分配機構を備えるハイブリッド車に適用するものであるため、以下、(1)ハードウェア構成、(2)動作原理、(3)運転制御、(4)通常運転トルク制御処理、(5)モータ駆動トルク制御処理、(6)その他のトルク制御処理として、上記ハイブリッド車について説明し、その後、(7)として、本発明の要旨に係わるエンジン始動制御について、説明する。

【0044】(1)ハードウェア構成

図1は本発明の第1の実施例としての始動制御装置を構成する動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図2は図1の動力出力装置110の部分拡大図、図3は図1の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図3を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0045】図3に示すように、この車両は、ガソリンを燃料として動力を出力するエンジン150を備える。このエンジン150は、吸気系からスロットルバルブ166を介して吸入した空気と燃料噴射弁151から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室152に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン154の運動をクランクシャフト156の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ166はスロットルアクチュエータ168により開閉駆動される。点火プラグ162は、イグナイタ158からディストリビュータ160を

介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0046】また、エンジン150の吸気系には、スロットルバルブ166の設けられた吸気部分を迂回するようにバイパス通路167が形成されており、このバイパス通路167には、アイドルスピードコントロールバルブ(以下、ISCVと呼ぶ)167aが設けられている。ISCV167aは、リニアソレノイドによって開弁度が制御される高速応答性に優れた弁体を備えており、この弁体の開閉の時間比に相当するデューティ比を有するデューティ信号をリニアソレノイドに出力することにより、空気流量を高精度に制御する。このISCV167aを用いることで、一般的に大型のDCモータから構成されるスロットルアクチュエータ168を使用することなく、エンジン150のアイドル時の吸入空気量を高速制御することができる。

【0047】このエンジン150の運転は、電子制御ユニット(以下、EFIECUと呼ぶ)170により制御されている。EFIECU170には、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ166の開度(ポジション)を検出するスロットルバルブポジションセンサ171、エンジン150の負荷を検出する吸気管負圧センサ172、エンジン150の水温を検出する水温センサ174、ディストリビュータ160に設けられクランクシャフト156の回転数と回転角度を検出する回転数センサ176及び回転角度センサ178などである。なお、EFIECU170には、この他、例えばイグニッションキーの状態STを検出するスタータスイッチ179なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0048】エンジン150のクランクシャフト156は、後述するプラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2を介して駆動軸112を回転軸とする動力伝達ギヤ111に機械的に結合されており、この動力伝達ギヤ111はディファレンシャルギヤ114にギヤ結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。モータMG1およびモータMG2は、制御装置180に電氣的に接続されており、この制御装置180によって制御される。制御装置180の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184やアクセルペダル164に設けられたアクセルペダルポジションセンサ164a、ブレーキペダル165に設けられたブレーキペダルポジションセンサ165aなども接続されている。また、制御装置180は、上述したEFIECU170と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0049】図1に示すように、動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156にプラネタリキャリア124が機械的に結合されたプラネタリギヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0050】プラネタリギヤ120およびモータMG1、MG2の構成について、図2により説明する。プラネタリギヤ120は、クランクシャフト156に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、クランクシャフト156と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ123と、クランクシャフト156の端部に結合され各プラネタリピニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびクランクシャフト156の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。なお、このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。

【0051】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128がモータMG1側に結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達がなされる。

【0052】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。なお、サンギヤ軸125には、その回転角度 $\theta_s$ を検出するレゾルバ139が設けられている。

【0053】モータMG2も、モータMG1と同様に同

期電動発電機として構成され、外周面に複数の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。なお、リングギヤ軸126には、その回転角度 $\theta_r$ を検出するレゾルバ149が設けられている。

【0054】次に、モータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180について説明する。図1に示すように、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリー194から構成されている。制御CPU190は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。

【0055】この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ 、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ 、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）BP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値 $I_{u1}$ 、 $I_{v2}$ 、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値 $I_{u2}$ 、 $I_{v2}$ 、バッテリー194の残容量を検出する残容量検出器199からの残容量BRMなどが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器199は、バッテリー194の電解液の比重またはバッテリー194の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0056】また、制御CPU190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路191内の6個のトランジスタTr1ないしTr6は、トランジスタインバータを構成してお

り、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、モータMG1の三相コイル(UVW)34の各々が接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリー194のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、三相コイル134の各コイルに流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル134により、回転磁界が形成される。

【0057】他方、第2の駆動回路192の6個のトランジスタTr1ないしTr6も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路191と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、モータMG2の三相コイル144の各々に接続されている。したがって、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル144に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル144により、回転磁界が形成される。

#### 【0058】(2)動作原理

以上の構成を説明した動力出力装置110の動作について説明する。動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン150を回転数Ne、トルクTeの運転ポイントP1で運転し、このエンジン150から出力されるエネルギーPeと同一のエネルギーであるが異なる回転数Nr、トルクTrの運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考

える。この時のエンジン150とリングギヤ軸126の回転数およびトルクの関係を図4に示す。

【0059】プラネタリギヤ120の3軸(サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124)における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図5および図6に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0060】図5における縦軸は3軸の回転数軸であり、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、プラネタリキャリア124の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1:ρに内分する軸として定められる。ここで、ρは、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比であり、次式(1)で

表わされる。

【0061】

【数1】

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots\dots (1)$$

【0062】今、エンジン150が回転数Neで運転されており、リングギヤ軸126が回転数Nrで運転されている場合を考えているから、エンジン150のクランクシャフト156が結合されているプラネタリキャリア124の座標軸Cにエンジン150の回転数Neを、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数Nrをプロットすることができる。この二点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数Nsを求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数Nsは、回転数Neと回転数Nrとを用いて比例計算式(次式

(2))により求めることができる。このようにプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0063】

【数2】

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots\dots (2)$$

【0064】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルクTeをプラネタリキャリア124の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルクTeは、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTesと座標軸R上のトルクTerとに分離することができる。このときトルクTesおよびTerの大きさは、次式(3)および(4)によって表わされる。

【0065】

【数3】

$$Tes = Te \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (3)$$

$$Ter = Te \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (4)$$

【0066】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルクTesと大きさが同じで向きが反対のトルクTm1を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルクTrと同じ大きさで向きが反対のトルクとトルクTerとの合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルクTm2を作用させるのである。このトルクTm1はモータMG1により、トルクTm2はモータMG2により作用させることができる。こ

のとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルクの方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0067】ここで、電気エネルギー $P_{m1}$ と電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して賄うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ とを等しくすればよい。すなわち、トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積で表わされるエネルギー $P_e$ と、トルク $T_r$ と回転数 $N_r$ との積で表わされるエネルギー $P_r$ とを等しくするのである。図4に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ とで表わされる動力を、トルク変換して、同一のエネルギーでトルク $T_r$ と回転数 $N_r$ とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116、118に伝達される動力とはリニアな関係が成立するから、駆動輪116、118に伝達される動力を、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0068】図5に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ は正であったが、エンジン150の回転数 $N_e$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とによつては、図6に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ とモータMG2で回生する電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0069】以上の動作原理では、プラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタTr1

ないしTr16などによる動力の変換効率を値1(100%)として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ をリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ より若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ をエンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ より若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ を、リングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ に変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルク $T_{m2}$ を、図5の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力に両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図6の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出すればよい。なお、プラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近い。また、トランジスタTr1ないしTr16のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1(100%)として取り扱う。

【0070】以上、動力出力装置110の基本的な動作について説明したが、こうしたエンジン150から出力された動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126に出力する動作の他、エンジン150から出力された動力にバッテリー194に蓄えられた電気エネルギーを付加してリングギヤ軸126に出力する動作や、逆にエンジン150から出力された動力の一部をバッテリー194に電気エネルギーとして蓄える動作などがある。これらの他の動作については後述する。

#### 【0071】(3) 運転制御

以下に、こうして構成された動力出力装置110の運転制御について図7に例示する運転制御ルーチンに基づき説明する。運転制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まずリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ を入力する処理を行なう(ステップS100)。リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ は、レゾルバ149から読み込んだリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ から求めることができる。次に、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジションAPを読み込む(ステップS102)。アクセルペダル164は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるから、アクセルペダルポジションAPは運転者の欲している出力トルク(すなわち、駆動輪116、118に出力されるトルク)に対応するものとなる。

【0072】続いて、読み込まれたアクセルペダルポジションAPに応じてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値 $T_r^*$ を導出する処理

10

20

30

40

50

を行なう（ステップS104）。ここで、アクセルペダルポジションAPに応じて駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出せずに、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出するのは、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に機械的に結合されているから、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出すれば、駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出する結果となるからである。なお、実施例では、トルク指令値 $T_r^*$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とアクセルペダルポジションAPとの関係を示すマップを予めROM190bに記憶しておき、アクセルペダルポジションAPが読み込まれると、マップと読み込まれたアクセルペダルポジションAPおよびリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ に基づいてトルク指令値 $T_r^*$ の値を導出するものとした。このマップの一例を図8に示す。

【0073】次に、導き出されたトルク指令値 $T_r^*$ と読み込まれたリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とから、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ を計算（ $P_r = T_r^* \times N_r$ ）により求める（ステップS106）。続いて、残容量検出器199により検出されるバッテリー194の残容量BRMを読み込む処理を行なう（ステップS108）、運転モードの判定処理を行なう（ステップS110）。この運転モードの判定処理は、図9に例示する運転モード判定処理ルーチンにより処理される。運転モード判定処理ルーチンでは、運転制御ルーチンのステップS100ないしS108で読み込んだデータや計算したデータなどを用いて、そのときの動力出力装置110のより適切な運転モードを判定する。ここで、一旦図7の運転制御ルーチンの説明を中断し、先に図9の運転モード判定処理ルーチンに基づき運転モードの判定処理について説明する。

【0074】運転モード判定処理ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、バッテリー194の残容量BRMが閾値BLと閾値BHとにより表わされる範囲内にあるかを判定し（ステップS130）、この範囲内になくときには、バッテリー194の充放電が必要であると判断して、動力出力装置110の運転モードとして充放電モードを設定する（ステップS132）。ここで、閾値BLと閾値BHは、バッテリー194の残容量BRMの下限値と上限値を示すものであり、実施例では、閾値BLは、後述のモータ駆動モードによるモータMG2のみによる駆動やパワーアシストモードによるバッテリー194からの放電電力による動力の付加などを所定時間継続して行なうのに必要な電力量以上の値として設定される。また、閾値BHは、バッテリー194の満充電時の残容量BRMから通常走行状態にある車両を停止する際にモータMG1やモータMG2により回生される電力量を減じた値以下に設定されている。

【0075】ステップS130でバッテリー194の残容量BRMが閾値BLと閾値BHとにより表わされる範囲内にあるときには、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ がエンジン150から出力可能な最大エネルギー $P_{max}$ を越えているか否かを判定する（ステップS134）。最大エネルギー $P_{max}$ を越えているときには、エンジン150から出力される最大エネルギー $P_{max}$ では不足するエネルギーをバッテリー194に蓄えられたエネルギーで賄う必要があると判断し、動力出力装置110の運転モードとしてパワーアシストモードを設定する（ステップS136）。

【0076】一方、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ がエンジン150から出力可能な最大エネルギー $P_{max}$ 以下のときには、トルク指令値 $T_r^*$ と回転数 $N_r$ とが所定の範囲内にあるかを判定し（ステップS138）、所定の範囲内のときには、動力出力装置110の運転モードとしてサンギヤ軸125の回転を停止した状態のロックアップモードを設定する（ステップS140）。ここで、所定の範囲とは、サンギヤ121の回転を停止した状態でエンジン150を効率よく運転できる範囲である。具体的には、サンギヤ121を停止した状態でエンジン150を効率よく運転できる範囲内の各運転ポイントでエンジン150を運転したときに、リングギヤ軸126に出力されるそれぞれのトルクと回転数とをマップとして予めROM190bに記憶しておき、トルク指令値 $T_r^*$ と回転数 $N_r$ で表わされる運転ポイントがこのマップの範囲内にあるかを判定するのである。エンジン150を効率よく運転できる範囲の一例を図10に示す。図中、領域PEはエンジン150の運転が可能な領域であり、領域PAはエンジン150を効率よく運転できる範囲である。なお、この範囲PAは、エンジン150の運転効率のほかエミッション等により定められるものであり、予め実験などにより設定できる。

【0077】ステップS138でトルク指令値 $T_r^*$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とが所定の範囲内になくときには、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ が所定エネルギーPMLより小さく、かつ、リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ が所定回転数NMLより小さいか否かを判定し（ステップS142）、共に小さいときには、動力出力装置110の運転モードとしてモータMG2のみによる駆動のモータ駆動モードを設定する（ステップS144）。所定エネルギーPMLや所定回転数NMLは、エンジン150が低回転数で低トルクでは効率が低下することに基づきその範囲を設定するものであり、エンジン150の運転領域として所定の効率未満の領域となるエネルギー $P_r$ および回転数 $N_r$ として設定される。なお、具体的な値は、エンジン150の特性やブラネタリギヤ120のギヤ比などにより定められる。ステップS142で、エネルギー $P_r$ が所定エネルギーPML



以上であつたり回転数 $N_r$ が所定回転数 $N_{ML}$ 以上のときには、通常の運転を行なうものと判断し、動力出力装置110の運転モードとして通常運転モードを設定する(ステップS146)。

【0078】図7の運転制御ルーチンのステップS110に戻って、運転モード判定処理ルーチンの結果に基づき、運転モードとして通常運転モードが設定されたときには通常運転トルク制御処理(ステップS112)を、充放電モードが設定されたときには充放電トルク制御処理(ステップS114)を、パワーアシストモードが設定されたときにはパワーアシストトルク制御処理(ステップS116)を、ロックアップモードが設定されたときにはロックアップトルク制御処理(ステップS118)を、モータ駆動モードが設定されたときにはモータ駆動トルク制御処理(ステップS120)をそれぞれ実行する。以下、各トルク制御処理について説明する。

【0079】(4) 通常運転トルク制御処理

図7のステップS112の通常運転トルク制御処理は、図11に例示する通常運転トルク制御ルーチンによりなされる。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まずリングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ と前回このルーチンが起動されたときに用いたエネルギー $P_r$ と比較する(ステップS150)。ここで、前回とは、図7の運転制御ルーチンで続けてステップS112の通常運転トルク制御処理が実行され、図11の通常運転トルク制御ルーチンが起動されたときの直前に起動されたときのことをいう。エネルギー $P_r$ と前回のエネルギー $P_r$ とが異なるときにはステップS152ないしS156およびステップS170ないしS172の処理を行ない、同じときにはステップS162ないしS172の処理を行なう。まず、エネルギー $P_r$ と前回のエネルギー $P_r$ とが異なるときの処理について説明し、その後、同じときの処理について説明する。

【0080】エネルギー $P_r$ と前回のエネルギー $P_r$ とが異なるときには、まず、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ に基づいてエンジン150の目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ とを設定する処理を行なう(ステップS152)。ここで、エンジン150の供給するエネルギーはエンジン150のトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積に等しいから、出力すべきエネルギー $P_r$ とエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ との関係は $P_r = T_e^* \times N_e^*$ となり、かかる関係を満足するエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ の組合せは無数に存在する。そこで、実施例では、各エネルギー $P_r$ に対してエンジン150ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギー $P_r$ の変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化するエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を実験等により求め、これを予めROM190bにマップとして記憶しておき、エネルギー $P_r$ に対応するエ

ンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ をこのマップから導出するものとした。このマップについて、更に説明する。

【0081】図12は、エンジン150の運転ポイントとエンジン150の効率との関係を示すグラフである。図中曲線Bはエンジン150の運転可能な領域の境界を示す。エンジン150の運転可能な領域には、その特性に応じて効率が同一の運転ポイントを示す曲線 $\alpha 1$ ないし $\alpha 6$ のような等効率線を描くことができる。また、エンジン150の運転可能な領域には、トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積で表わされるエネルギー一定の曲線、例えば曲線C1-C1ないしC3-C3を描くことができる。こうして描いたエネルギー一定の曲線C1-C1ないしC3-C3に沿って各運転ポイントの効率をエンジン150の回転数 $N_e$ を横軸として表わすと図13のグラフのようになる。

【0082】図示するように、出力するエネルギーが同じでも、どの運転ポイントで運転するかによってエンジン150の効率は大きく異なる。例えばエネルギー一定の曲線C1-C1上では、エンジン150を運転ポイントA1(トルク $T_{e1}$ 、回転数 $N_{e1}$ )で運転することにより、その効率を最も高くすることができる。このような効率が最も高い運転ポイントは、出力エネルギー一定の曲線C2-C2およびC3-C3ではそれぞれ運転ポイントA2およびA3が相当するように、各エネルギー一定の曲線上に存在する。図12中の曲線Aは、これらのことに基づき各エネルギー $P_r$ に対してエンジン150の効率ができる限り高くなる運転ポイントを連続する線で結んだものである。実施例では、この曲線A上の各運転ポイント(トルク $T_e$ 、回転数 $N_e$ )とエネルギー $P_r$ との関係をマップとしたものを用いてエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を設定した。

【0083】ここで、曲線Aを連続する曲線で結ぶのは、エネルギー $P_r$ の変化に対して不連続な曲線によりエンジン150の運転ポイントを定めると、エネルギー $P_r$ が不連続な運転ポイントを跨いで変化するときエンジン150の運転状態が急変することになり、その変化の程度によっては、目標の運転状態にスムーズに移行できずノッキングを生じたり停止してしまう場合があるからである。したがって、このように曲線Aを連続する曲線で結ぶと、曲線A上の各運転ポイントがエネルギー一定の曲線上で最も効率が高い運転ポイントとならない場合もある。

【0084】エンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を設定すると、制御CPU190は、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ を、設定した目標トルク $T_e^*$ とギヤ比 $\rho$ とに基づいて次式(5)により算出して設定すると共に(ステップS154)、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ を、トルク指令値 $T_r^*$ と目標トルク $T_e^*$ とギヤ比 $\rho$ とに基づいて次式(6)

により算出して設定する（ステップ S156）。トルク指令値  $T_{m1}^*$ 、 $T_{m2}^*$  を式（5）および式（6）によって算出できるのは、図 5 および図 6 の共線図における動作共線の釣りの関係として説明した。

【0085】

【数 4】

$$T_{m1}^* \leftarrow T_e^* \times \frac{p}{1+p} \quad \dots\dots (5)$$

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - T_e^* \times \frac{1}{1+p} \quad \dots\dots (6)$$

【0086】こうして、エンジン 150 の目標トルク  $T_e^*$ 、目標回転数  $N_e^*$ 、モータ MG1 およびモータ MG2 のトルク指令値  $T_{m1}^*$ 、 $T_{m2}^*$  を設定した後は、モータ MG1 の制御処理（ステップ S170）、モータ MG2 の制御処理（ステップ S171）およびエンジン 150 の制御処理（ステップ S172）を行なう。図示の都合上、モータ MG1、モータ MG2 およびエンジン 150 の各制御処理を別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は総合的に行なわれる。例えば、制御 CPU190 が割り込み処理を利用して、

$$\begin{bmatrix} Id1 \\ Iq1 \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) \\ -\cos(\theta_s - 120) \end{bmatrix}$$

【0089】ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d 軸および q 軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。次に、2 軸の電流値に変換した後、モータ MG1 におけるトルク指令値  $T_{m1}^*$  から求められる各軸の電流指令値  $Id1$ 、 $Iq1$  と実際各軸に流れた電流  $Id1$ 、 $Iq1$  と偏差を求め、各軸の電圧指令値  $Vd1$ 、 $Vq1$  を求める処理を行なう（ステップ S186）。すなわち、まず以下の式（8）の演算を行ない、次に次式（9）の演算を行なうのである。

【0090】

【数 6】

$$\Delta Id1 = Id1^* - Id1$$

$$\Delta Iq1 = Iq1^* - Iq1 \quad \dots\dots (8)$$

$$Vd1 = Kp1 \cdot \Delta Id1 + \Sigma Ki1 \cdot \Delta Id1$$

$$Vq1 = Kp2 \cdot \Delta Iq1 + \Sigma Ki2 \cdot \Delta Iq1 \quad \dots\dots (9)$$

$$\begin{bmatrix} Vu1 \\ Vv1 \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos(\theta_s - 120) & -\sin(\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vd1 \\ Vq1 \end{bmatrix}$$

$$Vw1 = -Vu1 - Vv1 \quad \dots\dots (10)$$

【0093】実際の電圧制御は、第 1 の駆動回路 191 のトランジスタ  $Tr1$  ないし  $Tr6$  のオンオフ時間によ

モータ MG1 とモータ MG2 の制御を同時に実行すると共に、通信により E F I E C U 170 に指示を送信して、E F I E C U 170 によりエンジン 150 の制御も同時に行なわせるのである。

【0087】モータ MG1 の制御処理（図 11 のステップ S170）は、図 14 に例示するモータ MG1 の制御ルーチンによりなされる。このルーチンが実行されると、制御 CPU190 は、まず、サンギヤ軸 125 の回転角度  $\theta_s$  をレゾルバ 139 から入力する処理を行ない（ステップ S180）、続いて、電流検出器 195、196 により、モータ MG1 の三相コイル 134 の U 相と V 相に流れている電流  $Iu1$ 、 $Iv1$  を検出する処理を行なう（ステップ S182）。電流は U、V、W の三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換（三相→二相変換）を行なう（ステップ S184）。座標変換は、永久磁石型の同期電動機の d 軸、q 軸の電流値に変換することであり、次式（7）を演算することにより行なわれる。

【0088】

【数 5】

$$\begin{bmatrix} \sin \theta_s \\ \cos \theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Iu1 \\ Iv1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (7)$$

【0091】ここで、 $Kp1$ 、 $Kp2$ 、 $Ki1$ 、 $Ki2$  は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。なお、電圧指令値  $Vd1$ 、 $Vq1$  は、電流指令値  $I^*$  との偏差  $\Delta I$  に比例する部分（上式（9）右辺第 1 項）と偏差  $\Delta I$  の i 回分の過去の累積分（右辺第 2 項）とから求められる。その後、こうして求めた電圧指令値をステップ S184 で行なった変換の逆変換に相当する座標変換（二相→三相変換）を行ない（ステップ S188）、実際に三相コイル 134 に印加する電圧  $Vu1$ 、 $Vv1$ 、 $Vw1$  を求める処理を行なう。各電圧は、次式（10）により求める。

【0092】

【数 7】

りなされるから、式(10)によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタTr1ないしTr6のオン時間をPWM制御する(ステップS189)。

【0094】ここで、モータMG1のトルク指令値Tm1\*の符号を図5や図6の共線図におけるトルクTm1の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値Tm1\*が設定されても、図5の共線図の状態のようにトルク指令値Tm1\*の作用する向きとサンギヤ軸125の回転の向きとが異なるときには回生制御がなされ、図6の共線図の状態のように同じ向きのときには力行制御がなされる。しかし、モータMG1の力行制御と回生制御は、トルク指令値Tm1\*が正であれば、ロータ132の外周面に取り付けられた永久磁石135と三相コイル134に流れる電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸125に作用するよう第1の駆動回路191のトランジスタTr1ないしTr6を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値Tm1\*の符号が同じであれば、モータMG1の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図14のモータMG1の制御処理で回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値Tm1\*が負のときには、ステップS180で読み込むサンギヤ軸125の回転角度θsの変化の方向が逆になるだけであるから、このときの制御も図14のモータMG1の制御処理により行なうことができる。

【0095】次に、モータMG2の制御処理(図11のステップS171)について図15に例示するモータMG2の制御ルーチンに基づき説明する。モータMG2の制御処理は、モータMG1の制御処理うちトルク指令値Tm1\*とサンギヤ軸125の回転角度θsに代えてトルク指令値Tm2\*とリングギヤ軸126の回転角度θrとを用いる点を除き、モータMG1の制御処理と全く同一である。すなわち、リングギヤ軸126の回転角度θrをレゾルバ149を用いて検出し(ステップS190)、続いてモータMG2の各相電流を電流検出器197、198を用いて検出し(ステップS192)、その後、座標変換(ステップS194)および電圧指令値Vd2、Vq2の演算を行ない(ステップS196)、更に電圧指令値の逆座標変換(ステップS198)を行なう。モータMG2の第2の駆動回路192のトランジスタTr11ないしTr16のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう(ステップS199)。

$$Ns^* \leftarrow Nr - (Nr - Ne^*) \times \frac{1+p}{p} \quad \dots\dots (11)$$

$$Tm1^* \leftarrow \text{前回 } Tm1^* + Km1 \cdot \Delta Ns \quad \dots\dots (12)$$

【0100】こうしてトルク指令値Tm1\*を設定すると、モータMG1、モータMG2およびエンジン150

【0096】ここで、モータMG2もトルク指令値Tm2\*の向きとリングギヤ軸126の回転の向きとにより力行制御されたり回生制御されたりするが、モータMG1と同様に、力行制御も回生制御も共に図15のモータMG2の制御処理で行なうことができる。なお、実施例では、モータMG2のトルク指令値Tm2\*の符号は、図5の共線図の状態のときのトルクTm2の向きを正とした。

【0097】次に、エンジン150の制御処理(図11のステップS172)について説明する。エンジン150は、図11のステップS152で設定された目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*の運転ポイントで定常運転状態となるようトルクTeおよび回転数Neが制御される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFI ECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やスロットルバルブ166の開度を増減して、エンジン150の出力トルクが目標トルクTe\*に、回転数が目標回転数Ne\*になるように徐々に調整するのである。なお、図11の通常運転トルク制御ルーチンのステップS162ないしS172の処理で後述するが、エンジン150の回転数NeはモータMG1によるサンギヤ軸125の回転数Nsの制御によって行なわれるから、エンジン150の制御では、エンジン150のトルクTeを目標トルクTe\*とする制御となる。

【0098】次に、図11の通常運転トルク制御ルーチンのステップS150でリングギヤ軸126に出力すべきエネルギーPrと前回のエネルギーPrとが同じであると判断されたときの処理(ステップS162ないしS172の処理)について説明する。このときには、制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転数Nsを入力する処理を行なう(ステップS162)。次に、リングギヤ軸126の目標回転数Ns\*を、エンジン150の目標回転数Ne\*に基づいて上式(2)と同様な式

(11)により算出すると共に(ステップS164)、読み込んだリングギヤ軸126の回転数Nsと計算で求めた目標回転数Ns\*との偏差ΔNsを算出する(ステップS166)。そして、モータMG1のトルク指令値Tm1\*を式(12)により求める(ステップS168)。なお、式(12)中のKm1は制御ゲインである。

【0099】

【数8】

の各制御処理を行なう(ステップS170ないしS172)。ここで、各制御処理に用いられる各設定値のうち

ステップS168で設定されたトルク指令値 $T_{m1}^*$ 以外は、前回このルーチンが実行されたときに今回のエネルギー $P_r$ と同じ値のエネルギー $P_r$ に基づいてステップS152およびS156で設定されたものが用いられる。

【0101】ステップS162ないしS172の処理は、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を目標回転数 $N_s^*$ に一致させるフィードバック制御となる。実施例では、こうしたサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を制御することにより、エンジン150の回転数 $N_e$ を制御している。図5および図6を用いて説明したように、プラネタリギヤ120は、サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124の回転数のうちいずれか2つの回転数を決定すれば残余の回転数はこれらに基づいて定まる。駆動輪116、118に機械的に接続されているリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ は入力値として与えられるから、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ かエンジン150の回転数 $N_e$ のいずれかを制御すれば、プラネタリギヤ120の3軸の回転状態が定まる。いま、エンジン150を目標トルク $T_e^*$ 、目標回転数 $N_e^*$ の効率のよい運転ポイントで運転したいから、エンジン150の回転数 $N_e$ を制御すればよい。この場合、エンジン150の回転数 $N_e$ を制御する手法としてスロットルバルブ166の開度と燃料噴射量とを制御する手法もあるが、同時にエンジン150のトルク $T_e$ を目標トルク $T_e^*$ に制御する必要もあり、制御は困難なものとなる。一方、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ は、モータMG1の回転数制御により容易にかつ高精度に行なうことができる。したがって、実施例では、エンジン150の回転数 $N_e$ の制御をモータMG1によるサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ の制御によって行なうのである。

【0102】以上説明した通常運転トルク制御処理によれば、エンジン150から出力された動力をプラネタリギヤ120、モータMG1およびモータMG2により所望の動力にトルク変換してリングギヤ軸126に、延いては駆動輪116、118に出力することができる。しかも、エンジン150の運転ポイント（回転数 $N_e$ とトルク $T_e$ ）は、出力されるエネルギー $P_e$ がリングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ と同じであれば、如何なる運転ポイントとしてもよいから、エンジン150をより効率の良い運転ポイントで運転することができる。この結果、装置全体の効率を高くすることができる。また、モータMG1によりリングギヤ軸126の回転数 $N_s$ を目標回転数 $N_s^*$ に制御することによりエンジン150の回転数 $N_e$ を目標回転数 $N_e^*$ に制御することができる。

【0103】実施例の動力出力装置110では、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ が前回のエネルギー $P_r$ と同じときには、モータMG1によりサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ が目標回転数 $N_s^*$ となるようフィードバック制御したが、こうしたフィードバック制御を

行なわないものとしてもよい。また、実施例の動力出力装置110では、エンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ に対してエンジン150ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギー $P_r$ の変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化するマップを用いて設定したが、エンジン150ができる限り効率の高い状態で運転されるがエネルギー $P_r$ の変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化しない不連続な運転ポイントを記憶するマップを用いて設定するものとしてもよく、エンジン150ができる限りエミッションが良好となる運転ポイントや、エンジン150ができる限り静かになる運転ポイントなどの種々の運転ポイントを記憶するマップを用いて設定するものとしてもよい。

#### 【0104】（5）モータ駆動トルク制御処理

次に、図7のステップS120におけるモータ駆動トルク制御処理について図16のモータ駆動トルク制御ルーチンに基づき説明する。本ルーチンは、図9のステップS142およびS144でリングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ が所定エネルギーPMLより小さく、かつ、リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ が所定回転数NMLより小さいと判断されたときに実行される。

【0105】本ルーチンが実行されると、まず、制御装置180の制御CPU190は、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ に値0を設定するとともに（ステップS200）、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ にトルク指令値 $T_r^*$ を設定し（ステップS202）、設定した各指令値を用いてモータMG1、モータMG2およびエンジン150の各制御を行なう（ステップS204およびS206）。ここで、ステップS204のモータMG1の制御は、トルク指令値 $T_{m1}^*$ が値0であるから、第1の駆動回路191のトランジスタ $T_{r1}$ ないし $T_{r6}$ のすべてをオフ状態とする制御となる。その後、エンジン150の運転を停止する制御を行なう（ステップS208）。なお、モータ駆動トルク制御処理における共線図は図17に示すようになる。

【0106】以上説明したモータ駆動トルク制御処理によれば、エンジン150の運転は停止されて、モータMG2から出力される動力のみをリングギヤ軸126に出力することができる。即ち、車両駆動としては、電気自動車状態となっている。

【0107】なお、このモータ駆動トルク制御処理は、前述したように、図9のステップS142およびS144でリングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ が所定エネルギーPMLより小さく、かつ、リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ が所定回転数NMLより小さいと判断されたときに実行されるものとしたが、こうしたリングギヤ軸126へ出力すべきエネルギー $P_r$ やリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ に拘わらずモータ駆動トルク制御処理

を実行するものとしてもよい。例えば、運転者により操作可能な図示しないスイッチから指令を受けたときに実行される構成としてもよい。詳しくは、この車両にモータのみで走行する駆動状態を選択可能なスイッチを予め設けるようにして、騒音規制および排ガス規制の要請のもと運転者によりそのスイッチが操作されたときに、このモータ駆動トルク制御処理が実行される構成とする。

#### 【0108】(6) その他のトルク制御処理

次に、図7のステップS114における充放電トルク制御処理、ステップS116におけるパワーアシストトルク制御処理およびステップS118におけるロックアップトルク制御処理について説明する。これらトルク制御処理は本発明の要旨と直接関係しないことから、ここでは簡単な説明に留めておく。

【0109】ステップS114における充放電トルク制御処理では、バッテリー194の残容量BRMが閾値BL未満でバッテリー194の充電が必要と判断されたときに、モータMG1またはモータMG2により回生される電力を、モータMG1またはモータMG2で消費する電力より大きくすることにより、この余剰電力によりバッテリー194を充電する処理を行なう。一方、バッテリー194の残容量BRMが閾値BHより大きく、バッテリー194の放電が必要であると判断されたときには、モータMG1またはモータMG2により回生される電力を、モータMG1またはモータMG2で消費する電力より小さくすることにより、この不足電力をバッテリー194からの放電により賄う処理を行なう。これらの結果、バッテリー194の残容量BRMを所望の範囲とすることができ、バッテリー194の過放電や過充電を回避することができる。もとより、ステップS112の通常運転トルク制御と同様に、エンジン150、プラネタリギヤ120、モータMG1、モータMG2およびバッテリー194により所望の動力をリングギヤ軸126に、延いては駆動輪116、118に出力することができる。

【0110】ステップS116におけるパワーアシストトルク制御処理では、エンジン150から出力された動力にバッテリー194に貯えられた電気エネルギーをアシストパワーとして付加する処理を行なう。これにより、エンジンの最大エネルギー以上のエネルギーをリングギヤ軸126に、延いては駆動輪116、118に出力することができる。この結果、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギーより小さなエネルギーを最大エネルギーとする定格能力の低いエンジン150を用いることができ、装置全体の小型化および省エネルギー化を図ることができる。

【0111】ステップS118におけるロックアップトルク制御処理では、モータMG1をロックアップすることによりサンギヤ軸125が回転しないよう固定して、エンジン150から出力される動力をギヤ比を介してダイレクトにリングギヤ軸126に出力することができる。

【0112】動力出力装置110によれば、上述した各トルク制御処理を行なうことにより、効率よくリングギヤ軸126に、延いては駆動輪116、118に動力を出力することができる。また、リングギヤ軸126に出力された動力をモータMG1とモータMG2の間から取り出して駆動輪116、118に伝達することができる。

【0113】さらに、動力出力装置110では、各トルク制御処理を行なう運転制御に加えて、エンジン150が停止しているときに、エンジン150の始動要求を受けてエンジン150を始動するエンジン始動制御を実行する。

#### 【0114】(7) エンジン始動制御

以下、エンジン始動制御について図18、図19に示すエンジン始動制御ルーチンに基づき説明する。なお、このエンジン始動制御ルーチンは、図7に示す運転制御ルーチンの実行時に、割込みにて所定時間毎に繰り返し実行される。エンジン始動制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、EFIECU170からエンジン情報の入力を行なう(ステップS210)。具体的には、EFIECU170から通信により水温センサ174、回転数センサ176等のエンジン150周辺の各種センサおよびスイッチの検出結果を受信する処理を行なう。次いで、モータ駆動モードの設定がなされているか否かの判定を行なう(ステップS211)。モータ駆動モードは、前述した運転モード判定処理ルーチンのステップS144で設定されるもので、この設定がなされているか否かを判定することにより、運転制御ルーチンにおけるステップS120でモータ駆動トルク制御がなされているか否かの判定、即ち、エンジン150の運転が停止された状態で、モータMG2から出力される動力で車両が走行中であるか否かの判定を行なっている。

【0115】次いで、制御CPU190は、エンジン150を始動する要求があるか否かの判定を行なう(ステップS212)。この判定は、車両の運転状況を読み取って、その運転状況からみてエンジン150の運転が必要であると判定したときに、エンジン150の始動要求があるものと判断するものであってもよいし、外部からの制御指令に従ってエンジン150の始動要求があるものと判断するものであってもよい。前者の場合には、例えば、車両の減速時等において、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギーPrが所定エネルギーPMLより小さく、かつ、リングギヤ軸126の回転数Nrが所定回転数NMLより小さくなって、モータ駆動モードに移行した状態で、運転者がアクセルペダル164を踏み込んで加速の要求をしたときに、制御CPU190は、上記加速の要求からエンジン150の始動要求があるものと判断する。また、バッテリー194の残量が不足してバッテリー充電の必要性が生じたときにも、制御CPU190

は、上記加速の要求からエンジン150の始動要求があるものと判断する構成とすることもできる。

【0116】後者の場合には、例えば、モータのみで走行する駆動状態を選択するスイッチが運転者により操作されてモータ駆動モードへの移行がなされた場合に、このスイッチが解除されたときに、制御CPU190は、この解除指令からエンジン150の始動要求があるものと判断する。

【0117】ステップS210およびステップS212共に肯定判定されたときには、続くステップS213に処理を進める。一方、ステップS211およびステップS212のいずれか一方でも否定判定されたときには、「リターン」に抜けて、この処理をいったん終了する。

【0118】ステップS213に処理が進むと、ステップS210にて入力したエンジン情報から、エンジン150の始動時における目標とするアイドル回転数Ni（例えば、800[rpm]）と、そのアイドル回転数Niを維持するのに必要な空気量Qiとを算出する。詳細には、水温センサ174の検出結果に基づく暖機補正量、ヘッドランプ等の補機のスイッチがオン状態とされたときに設定される電気負荷補正量などを加味し、エンジン150がおかれている現状に最適の始動時におけるアイドル回転数Niを求め、さらに、そのアイドル回転数Niから必要空気量Qiを算出する。なお、必要空気量Qiを算出する際には、アイドル回転数Niに加えて吸気温度センサの検出結果を用いて求める構成としてもよく、この構成によれば、空気温度により変わる空気密度を考慮してより高精度の必要空気量Qiを求めることができる。

【0119】続いて、制御装置180の制御CPU190は、エンジン150の目標回転数Ne\*にステップS213で求めたアイドル回転数Niを、目標吸入空気量Q\*にステップS213で求めた必要空気量Qiをそれぞれ設定する処理を行なう（ステップS214）。次いで、モータMG1のトルク指令値Tm1\*とモータMG2のトルク指令値Tm2\*をそれぞれ設定する処理を行なう（ステップS216、S218）。これらトルク指令値Tm1\*、Tm2\*がどのような値に設定されるかを、共線図を用いて説明する。

【0120】モータ駆動モード時における共線図は、前述したように図17に示すものである。このエンジン始動制御においてエンジン150を始動するためには、図17に示す状態から図20に示す状態にまず移行すればよい。すなわち、駆動軸116、118に機械的に接続されているリングギヤ軸126の回転数Nrはモータ駆動モード時においては一定であることから、このリングギヤ軸126の回転数Nrを固定してサンギヤ軸125の回転数Nsを正転側に増速することにより、エンジン150の回転数NeをステップS214で設定された目標回転数Ne\*（＝アイドル回転数Ni）に移行すれば

よい。

【0121】エンジン150をアイドル回転数Niでモータリングさせるには、エンジン150の出力軸（クランクシャフト156）をそのアイドル回転数Niで回転させるためのトルク（クランキングトルク）Tecを座標軸C上に作用させる必要がある。しかし、エンジン150は停止状態であることから、座標軸Cにはトルクを直接作用させることはできない。そこで、この座標軸C上に作用させたいトルクTecは、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTecsと座標軸R上のトルクTecrとに分離することができることから、これらトルクTecs、Tecrを座標軸Sおよび座標軸R上にそれぞれ作用させるようにする。このときトルクTecs、Tecrの大きさは、次式（13）および（14）によって表わされる。

【0122】

【数9】

$$Tecs = Tec \times \frac{p}{1+p} \quad \dots\dots (13)$$

$$Tecr = Tec \times \frac{1}{1+p} \quad \dots\dots (14)$$

【0123】なお、上記クランキングトルクTecは、エンジン150の構造、シリンダ容積、潤滑油の粘度等によって定まるもので、予め計算により求められた値を利用する。エンジン150の構造、シリンダ容積は、エンジン150固有のもので一定であるが、潤滑油粘度は温度により大きく変動することから、水温センサ174により検出される水温に従い変動する値としてクランキングトルクTecを求めることが好ましい。

【0124】こうしたことから、制御CPU190は、ステップS216で、モータMG1のトルク指令値Tm1\*を、上記作用させたいトルクTecsに基づいて、次式（15）により算出して設定すると共に、ステップS218で、モータMG2のトルク指令値Tm2\*を、モータ駆動モード時において座標軸R上に作用しているトルクTm2（＝Tr\*）と上記作用させたいトルクTecrとに基づいて、次式（16）により算出して設定する。

【0125】

【数10】

$$Tm1* \leftarrow Tec \times \frac{p}{1+p} \quad \dots\dots (15)$$

$$Tm2* \leftarrow Tr* + Tec \times \frac{1}{1+p} \quad \dots\dots (16)$$

【0126】式（16）におけるトルク指令値Tr\*は、図7の運転制御ルーチンのステップS104で求めた最新の値である。こうして、エンジン150の目標回転数Ne\*、目標吸入空気量Q\*、モータMG1およびモータMG2のトルク指令値Tm1\*、Tm2\*を設定



した後は、モータMG1の制御処理（ステップS220）およびモータMG2の制御処理（ステップS222）を行なう。このモータMG1の制御処理は、前述したように、図14に例示するモータMG1の制御ルーチンによりなされ、モータMG2の制御処理は、前述したように、図15に例示するモータMG2の制御ルーチンによりなされる。なお、図示の都合上、モータMG1およびモータMG2の各制御処理を別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は総合的に行なわれる。例えば、制御CPU190が割り込み処理を利用して、モータMG1とモータMG2の制御を同時に実行する

【0127】ステップS220およびS222の処理の結果、エンジン150はアイドル回転数Niでモータリングされる。なお、このとき、モータMG2のトルク指令値Tm2\*は、エンジン150をモータリング運転する際に座標軸R上に作用させるトルクTecr分を差し引いた値に設定されていることから、モータリング時における駆動軸のトルク変動を防止することができる。

【0128】その後、エンジン150の制御処理に移り、まず、アイドルスピードコントロール（ISCと呼ぶ）を行なうことにより、エンジン150の吸入空気量を調整して、エンジン150の回転数を上記制御したアイドル回転数Niに安定させる（ステップS224）。詳細には、ステップS214で設定された目標吸入空気量Q\*に基づく制御量の駆動信号をISC V167aに出力することで、ISC V167aの開度を調節してエンジン150の吸入空気量を必要空気量Qiに変える。

【0129】続くステップS226では、実際のエンジン150の回転数NeがステップS214で設定した目標回転数Ne\*、即ち、ステップS213で求めたアイドル回転数Niより大きいかなんかを判定し、大きくないと判定されれば、ステップS220に戻り、モータMG1の制御処理を続行する。また、続く、ステップS228で、所定時間の吸入空気量の変化量ΔQが予め定められた許容変化量ΔQmaxより小さいかなんかを判定し、小さくないと判定されれば、ステップS220に戻り、モータMG1の制御処理を続行する。一方、ステップS226で、実際の回転数Neが目標回転数Ne\*より大きいと判定され、ステップS228で、吸入空気量の変化量ΔQが許容変化量ΔQmaxより小さいと判定されると、エンジン150の回転数Neおよび吸入空気量Qが共に目標回転数Ne\*および目標吸入空気量Q\*の値に安定したと判断して、燃料噴射弁151やイグニタ158に対して駆動信号を出力する燃料噴射制御・点火時期制御を実行開始してエンジン150の始動を開始する（ステップS230）。

【0130】この燃料噴射制御と点火時期制御は、上記目標回転数Ne\*および目標吸入空気量Q\*、即ち、ステップS213で算出したアイドル回転数Niと必要空

気量Qiとに応じて燃料噴射量および点火時期が求められて実行される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFIECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やイグニタ158による点火時期を上記アイドル回転数Niと必要空気量Qiから求めて、エンジン150の燃料噴射制御・点火時期制御が実行される。

【0131】エンジン150の始動が開始されると、その後、図19のステップS232に処理は移り、制御装置180の制御CPU190は、エンジン150の始動のために座標軸Sおよび座標軸R上加えたトルクTecs, Tecrをそれぞれ取り除く作業を行なう。即ち、モータMG1のトルク指令値Tm1\*に、トルクTecsを差し引いた結果である値0を設定する（ステップS232）とともに、モータMG2のトルク指令値Tm2\*に、トルクTecrを差し引いた結果であるトルク指令値Tr\*を設定し（ステップS234）、設定した各指令値を用いてモータMG1、モータMG2の各制御を行なう（ステップS236およびS238）。このモータMG1、モータMG2の各制御は、前述した制御ルーチンに基づき行なわれる。

【0132】続いて、エンジン150の制御処理を行なう（ステップS240）。ここでは、エンジン150は、ステップS214で設定された目標回転数Ne\*および目標吸入空気量Q\*の運転ポイント、即ち、アイドル状態で定常運転されるよう、目標回転数Ne\*および目標吸入空気量Q\*が制御される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFIECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やISC V167aの開度を増減して、エンジン150の回転数Neがアイドル回転数Ni、吸入空気量Qが必要吸入空気量Qiとなるアイドル状態にエンジン150を安定させる。

【0133】ステップS236のモータMG1の制御、ステップS238のモータMG2の制御およびステップS240のエンジン150の制御を終えたときのプラネタリギヤ120における共線図は、図21に例示するようになる。図21に示すように、座標軸R上にはトルクTm2を作用させるとともに、座標軸C上に作用させるエンジン150のトルクTeおよび座標軸S上に作用させるトルクは値0となる。この結果、エンジン150はアイドル回転数Niの回転数で安定して運転することになる。ステップS236の実行後、「リターン」に抜けてこの処理をいったん終了する。

【0134】以上のように構成されたエンジン始動制御ルーチンにより実現されるエンジン150の始動時の回転数Neおよび吸入空気量Qの経時変化を図22に示した。図22において破線で示す特性曲線は、従来のスターモータによってエンジンを始動したときのものである。

【0135】図示するように、本実施例のエンジン15

10

20

30

40

50

0は、モータMG1およびMG2によって始動開始時から回転駆動され、最終目的であるアイドル回転数 $N_i$ に短時間の内に達し(時刻 $t_1$ )、かつ、その状態で安定推移する。また、エンジン150の回転数 $N_e$ に呼応して、吸入空気量 $Q$ も同一特性曲線にて推移することは明らかである。そして、回転数 $N_e$ がアイドル回転数 $N_i$ となり、吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が許容変化量 $\Delta Q_{max}$ となる安定状態(この図22で示す特性が定常状態に達した状態)にて、燃料噴射制御および点火時期制御が実行される。

【0136】一方、スタータモータによる従来の始動制御によれば、図中、破線で示すように、微力なスタータモータによってエンジン150が不安定に低速回転で駆動され(図中のモータリング期間)、その回転駆動を利用して燃料噴射制御および点火時期制御を行なってファイアリングへと導かれる。そして、このファイアリングによってエンジンの自力運転が完了した後に、最終目的であるアイドル回転数 $N_i$ へと復帰するのである。

【0137】図22に示す両者の特性曲線から明らかなように、この第1実施例によればエンジン150の始動時における回転数 $N_e$ および吸入空気量 $Q$ の安定性は顕著であり、このような安定した回転数 $N_e$ および吸入空気量 $Q$ で実行される燃料噴射制御および点火時期制御は、その制御目標である制御精度が容易に確保される。従って、エンジン150の始動時におけるエミッションの排出を低減し、ハイブリッド車両の目的の一つである低公害化を実現することができる。また、燃料噴射制御および点火時期制御の制御精度が優れていることから、エンジン150から出力されるトルクの変動がない。この結果、エンジン150と機械的に接続される駆動軸112についてのトルク変動もないことから、車両ショックを抑制することができる。

#### 【0138】2. 第2実施例

##### (1) ハードウェア構成

次に本発明の第2の実施例である動力出力装置について説明する。この第2実施例の動力出力装置は、第1実施例の動力出力装置110と比較して、制御装置180の制御CPU190にて実行されるエンジン始動制御の構成が相違し、その他のソフトウェア構成やハードウェア構成については同一の構成を備える。したがって、第1実施例と同一の構成については同一の符号を用いて以下の説明を行なうことにする。

##### 【0139】(2) エンジン始動制御

以下、エンジン始動制御について図23、図24に示すエンジン始動制御ルーチンに基づき説明する。なお、このエンジン始動制御ルーチンは、第1実施例の図7に示す運転制御ルーチンの実行時に、割込みにて所定時間毎に繰り返して実行される。エンジン始動制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、第1実施例のエンジン始動制御ルーチン(図18)

のステップS210ないしS212と同様の処理を行なう。即ち、EFIECU170からエンジン情報の入力を行ない(ステップS310)、次いで、モータ駆動モードの設定がなされているか否かの判定(ステップS311)と、エンジン150を始動する要求があるか否かの判定を行なう(ステップS312)。

【0140】ステップS310およびステップS312共に肯定判定されたときには、続くステップS313に処理を進める。一方、ステップS311およびステップS312のいずれか一方でも否定判定されたときには、「リターン」に抜けて、この処理をいったん終了する。

【0141】ステップS313では、エンジン150の目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ とを設定する処理を行なう。この目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ は、詳しくは次のようにして求める。

【0142】この算出においては、運転者により操作されるアクセルペダル164のアクセルペダルポジションAPを読み込んで、そのアクセルペダルポジションAPに応じてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値 $T_r^*$ を導出して、そのトルク指令値 $T_r^*$ と読み込まれたリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とから、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ を計算( $P_r = T_r^* \times N_r$ )により求める必要があるが、これは、図7に示した運転制御ルーチンのステップ106で計算した出力エネルギー $P_r$ をそのまま用いればすむ。したがって、ステップS313では、その出力エネルギー $P_r$ に基づいてエンジン150の目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ とを設定する。この設定は、図11に示した通常運転トルク制御ルーチンのステップS152と同一の方法で行なう。この結果、得られる目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ は、出力エネルギー $P_r$ に対してエンジン150ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギー $P_r$ の変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化するようなトルク値および回転数である。

【0143】なお、ステップS313では、ステップS106で計算した出力エネルギー $P_r$ の全部をリングギヤ軸126に出力するものとして、目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ との設定を行なっていたが、これに換えて、ステップS106で計算した出力エネルギー $P_r$ の一部をバッテリー194の充電用に利用して、その残余分をリングギヤ軸126の出力用に利用するものとして、目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ との設定を行なう構成としてもよい。この場合、出力すべきエネルギー $P_r$ とバッテリー194の充電エネルギー $P_b$ とエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ との関係は、 $P_r + P_b = T_e^* \times N_e^*$ となり、かかる関係を満足するエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を設定する。

【0144】また、ステップS106で計算した出力エ

エネルギーPrと、バッテリー194から放電されるエネルギーPbとの総和をリングギヤ軸126に出力する構成としてもよい。この場合、出力すべきエネルギーPrとバッテリー194の放電エネルギーPbとエンジン150の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*との関係は、 $Pr - Pb = Te* \times Ne*$ となり、かかる関係を満足するエンジン150の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*を設定する。

【0145】目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*の設定を終えると、続くステップS314以後の処理で、エンジン150がその設定された目標回転数Ne\*でトルクが0または0近傍の運転状態となるように、エンジン150を始動させる作業を行なう。

【0146】詳しくは、ステップS314で、まず、ステップS313で設定された目標トルクTe\*をいったん別の名前の変数、例えば、ワーキング目標トルクWTe\*に退避し、その後、目標トルクTe\*に値0を設定する。続いて、エンジン150が、上記目標回転数Ne\*でトルクが目標トルクTe\*、即ち、0または0近傍の運転状態となるような、スロットルバルブ開度 $\theta a$ 、燃料噴射量 $\tau$ 、点火時期 $\phi$ を求める（ステップS315）。ここでは、目標回転数Ne\*とスロットルバルブ開度 $\theta a$ 、燃料噴射量 $\tau$ 、点火時期 $\phi$ との関係を実験等により求め、これを予めROM190bにマップとして記憶しておき、ステップS313で設定した目標回転数Ne\*の値に対応するスロットルバルブ開度 $\theta a$ 、燃料噴射量 $\tau$ 、点火時期 $\phi$ をこのマップから導出する構成とすることが好ましい。

【0147】続いて、モータMG1のトルク指令値Tm1\*とモータMG2のトルク指令値Tm2\*をそれぞれ設定する処理を行なう（ステップS316、S318）。これらトルク指令値Tm1\*、Tm2\*がどのような値に設定されるかを、共線図を用いて説明する。

【0148】モータ駆動モード時における共線図は、第1実施例で説明したように図17に示すものである。このエンジン始動制御においてエンジン150を始動するためには、図17に示す状態から図25に示す状態にまず移行すればよい。すなわち、駆動輪116、118に機械的に接続されているリングギヤ軸126の回転数Nrはモータ駆動モード時においては一定であることから、このリングギヤ軸126の回転数Nrを固定してサンギヤ軸125の回転数Nsを正転側に増速することにより、エンジン150の回転数NeをステップS313で設定された目標回転数Ne\*に移行すればよい。

【0149】エンジン150を目標回転数Ne\*でモータリングさせるには、図25に示すように、エンジン150の出力軸をその目標回転数Ne\*に応じた所定の大きさのトルクTenを座標軸C上に作用させる必要がある。しかし、エンジン150は停止状態であることから、座標軸Cにはトルクを直接作用させることはできな

い。そこで、この座標軸C上に作用させたいトルクTenは、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTensと座標軸R上のトルクTenrとに分離することができることから、これらトルクTens、Tencrを座標軸Sおよび座標軸R上にそれぞれ作用させるようにする。このときトルクTens、Tencrの大きさは、次式(17)および(18)によって表わされる。

【0150】

【数11】

$$Tens = Ten \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (17)$$

$$Tenr = Ten \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (18)$$

【0151】なお、上記トルクTenは、エンジン150の構造、シリンダ容積、潤滑油の粘度等によって定まるもので、エンジン150の回転させたい回転数の値に応じた値をとる。ここでは、エンジン150の構造、シリンダ容積、潤滑油粘度等から目標回転数Ne\*に応じたトルクTenを計算により求めて、これを予めROM190bにマップとして記憶しておき、ステップS313で設定した目標回転数Ne\*の値に対応するトルクTenをこのマップから導出する。なお、エンジン150の構造、シリンダ容積は、エンジン150固有のもので一定であるが、潤滑油粘度は温度により大きく変動することから、水温センサ174により検出される水温に従い変動する値としてトルクTenを求めることが好ましい。

【0152】こうしたことから、制御CPU190は、ステップS316で、モータMG1のトルク指令値Tm1\*を、上記作用させたいトルクTensに基づいて、次式(19)により算出して設定すると共に、ステップS318で、モータMG2のトルク指令値Tm2\*を、モータ駆動モード時において座標軸R上に作用しているトルクTm2(=Tr\*)と上記作用させたいトルクTenrとに基づいて、次式(20)により算出して設定する。

【0153】

【数12】

$$Tm1* \leftarrow Ten \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (19)$$

$$Tm2* \leftarrow Ten \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (20)$$

【0154】式(20)におけるトルク指令値Tr\*は、図7の運転制御ルーチンのステップS104で求めた最新の値である。こうして、エンジン150の目標トルクTe\*、目標回転数Ne\*、モータMG1およびモータMG2のトルク指令値Tm1\*、Tm2\*を設定し

た後は、モータMG1の制御処理（ステップS320）およびモータMG2の制御処理（ステップS322）を行なう。このモータMG1およびモータMG2の制御処理は、第1実施例のステップS220およびS222と同じで、前述したように、図14に例示するモータMG1の制御ルーチンおよび図15に例示するモータMG2の制御ルーチンによりなされる。

【0155】ステップS320およびS322の処理の結果、エンジン150は目標回転数Ne\*でモータリングされる。なお、このとき、モータMG2のトルク指令値Tm2\*は、エンジン150をモータリング運転する際に座標軸R上に作用させるトルクTenr分を差し引いた値に設定されていることから、モータリング時における駆動軸のトルク変動を防止することができる。

【0156】その後、エンジン150の制御処理に移り、まず、ステップS315で算出されたスロットルバルブ開度θaに基づく制御量の駆動信号をアクチュエータ168に出力することにより、エンジン150の吸入空気量を調整して、エンジン150の回転数を上記目標回転数Ne\*に安定させる（ステップS324）。

【0157】その後、エンジン150の回転数Neが目標回転数Ne\*の値に安定したとして、燃料噴射弁151やイグナイタ158に対して駆動信号を出力する燃料噴射制御・点火時期制御を実行開始してエンジン150の始動を開始する（ステップS330）。この燃料噴射制御と点火時期制御は、ステップS315で算出した燃料噴射量τと点火時期φとに応じて制御処理がなされることになるが、具体的には、制御CPU190から通信によりEFI ECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やイグナイタ158による点火時期を上記τとφとから定めて、エンジン150の燃料噴射制御・点火時期制御が実行される。

【0158】なお、この第2実施例では、ステップS324で回転数制御がなされた後は、エンジン150の回転数Neが目標回転数Ne\*の値に安定したとして、その後、即座にステップS330でエンジン150の始動を開始していたが、これに換えて、第1実施例のステップS226およびS228と同様に、実際のエンジン150の回転数Neが目標回転数Ne\*より大きいかなんかを判定する処理と、所定時間の吸入空気量の変化量ΔQが予め定められた許容変化量ΔQmaxより小さいかなんかを判定する処理とを加えることにより、回転数Neと吸入空気量Qとが確実に安定した状態となったのを確認してから、エンジン150の始動を開始する構成としてもよい。

【0159】エンジン150の始動が開始されると、その後、図24のステップS332に処理は移り、制御装置180の制御CPU190は、エンジン150の始動のために座標軸Sおよび座標軸R上加えたトルクTens, Tencrをそれぞれ取り除く作業を行なう。即

ち、モータMG1のトルク指令値Tm1\*に、トルクTensを差し引いた結果である値0を設定する（ステップS332）とともに、モータMG2のトルク指令値Tm2\*に、トルクTencrを差し引いた結果であるトルク指令値Tr\*を設定し（ステップS334）、設定した各指令値を用いてモータMG1、モータMG2の各制御を行なう（ステップS336およびS338）。

【0160】続いて、エンジン150の制御処理を行なう（ステップS340）。ここでは、エンジン150は、ステップS313で設定された目標回転数Ne\*およびステップS314で設定された目標トルクTe\*（=0）の運転ポイントで定常運転されるようトルクTeおよび回転数Neが制御される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFI ECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やスロットルバルブ166aの開度を増減して、トルクTeが値0で回転数Neが目標回転数Ne\*を保つように制御される。

【0161】ステップS336のモータMG1の制御、ステップS338のモータMG2の制御およびステップS340のエンジン150の制御を終えたときのプラネタリギヤ120における共線図は、図26に例示ようになる。図26に示すように、座標軸R上にはトルクTm2を作用させるとともに、座標軸C上に作用させるエンジン150のトルクTeおよび座標軸S上に作用させるトルクは値0となる。この結果、エンジン150は目標回転数Ne\*の回転数でトルクが値0の運転状態で安定して運転することになる。

【0162】ステップS340の実行を終えると、その後のステップS342以後の処理で、エンジン150の出力トルクTeを値0からステップS313で設定された目標トルクTe\*に切り換える作業を行なう。

【0163】詳しくは、ステップS342で、まず、目標トルクTe\*を微小量ΔTeだけインクリメントする処理を行なう。次いで、エンジン150が、上記目標回転数Ne\*でトルクが目標トルクTe\*の運転状態となるような、スロットルバルブ開度θbを求める（ステップS344）。ここでは、目標回転数Ne\*とスロットルバルブ開度θaとの関係を実験等により求め、これを予めROM190bにマップとして記憶しておき、ステップS313で設定した目標回転数Ne\*の値に対応するスロットルバルブ開度θbをこのマップから導出する構成とすることが好ましい。

【0164】続いて、モータMG1のトルク指令値Tm1\*とモータMG2のトルク指令値Tm2\*をそれぞれ設定する処理を行なう（ステップS346、S348）。これらトルク指令値Tm1\*、Tm2\*がどのような値に設定されるかを、共線図を用いて説明する。

【0165】ステップS346の直前における共線図は、図26に示すものである。エンジン150の出力ト

ルク $T_e$ を目標トルク $T_{e*}$ に切り換えると、この描かれた動作共線に、目標トルク $T_{e*}$ がプラネタリキャリア124の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用する。このときの共線図は図27に例示するようになる。この座標軸C上に作用させた目標トルク $T_{e*}$ は、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルク $T_{e*s}$ と座標軸R上のトルク $T_{e*r}$ とに分離することができる。このときトルク $T_{e*s}$ および $T_{e*r}$ の大きさは、次式(21)および(22)によって表わされる。

【0166】

【数13】

$$T_{e*s} = T_{e*} \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \dots\dots (21)$$

$$T_{e*r} = T_{e*} \times \frac{1}{1+\rho} \quad \dots\dots (22)$$

【0167】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとる必要がある。すなわち、座標軸S上には、トルク $T_{e*s}$ と大きさが同じで向きが反対のトルク $T_{m1}$ を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルク $T_r$ と同じ大きさで向きが反対のトルクとトルク $T_{e*r}$ との合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルク $T_{m2}$ を作用させればよい。このトルク $T_{m1}$ はモータMG1により、トルク $T_{m2}$ はモータMG2により作用させることになるが、このとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルク

の方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0168】こうしたことから、制御CPU190は、ステップS346で、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ を、上記作用させたいトルク $T_{e*s}$ に基づいて、次式(23)により算出して設定すると共に、ステップS348で、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ を、モータ駆動モード時において座標軸R上に作用しているトルク $T_{m2}$ (= $T_r$ )と上記作用させたいトルク $T_{e*r}$ とに基づいて、次式(24)により算出して設定する。

【0169】

【数14】

$$T_{m1*} \leftarrow T_{e*} \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \dots\dots (23)$$

$$T_{m2*} \leftarrow T_r - T_{e*} \times \frac{1}{1+\rho} \quad \dots\dots (24)$$

【0170】その後、ステップS346およびS348で設定した各指令値を用いてモータMG1、モータMG2の各制御を行ない(ステップS350およびS352)、さらに、エンジン150の制御処理を行なう(ステップS354)。ステップS354では、エンジン150は、ステップS313で設定された目標回転数 $N_{e*}$ およびステップS342で増量された目標トルク $T_{e*}$ の運転ポイントで運転されるようトルク $T_e$ および回転数 $N_e$ が制御される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFIECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やスロットルバルブ166aの開度を増減して、トルク $T_e$ が目標トルク $T_{e*}$ で回転数 $N_e$ が目標回転数 $N_{e*}$ を保つように制御される。

【0171】ステップS354でエンジン150の制御が終了すると、次いで、目標トルク $T_{e*}$ がステップS314で設定したワーキング目標トルク $W_{Te*}$ に達したか否かを判定する(ステップS356)。ここで、目標トルク $T_{e*}$ が $W_{Te*}$ に達していないと判定されると、ステップS342に進み、目標トルク $T_{e*}$ を微小量 $\Delta T_e$ だけ増量して、ステップS344ないしS354の処理を繰り返し実行する。

【0172】一方、ステップS356で目標トルク $T_{e*}$ がワーキング目標トルク $W_{Te*}$ に達したと判定された場合には、制御CPU190は、エンジン150の出力トルク $T_e$ の目標トルク $T_{e*}$ への切り換えの作業が終了したとして、「リターン」に処理を進めて、エンジン始動制御の処理をいったん終了する。

【0173】以上のように構成されたエンジン始動制御ルーチンにより実現されるエンジン150の始動時の回転数 $N_e$ 、スロットルバルブ開度 $\theta$ 、駆動軸回転数 $N_r$ 、エンジン150の出力トルク $T_e$ 、点火の有無、点火時期(点火角) $\phi$ 、燃料噴射量 $\tau$ 、エンジン150の出力トルク $T_e$ 、モータMG2の出力トルク $T_{m2}$ および駆動軸112のトルク $T_o$ 等の経時変化を図28に示した。

【0174】図28に示すように、本実施例のエンジン150は、モータMG1およびモータMG2によって始動開始時(時刻 $t_0$ )から回転駆動され、目標回転数 $N_{e*}$ に短時間の内に達し(時刻 $t_1$ )、かつ、その状態で安定推移する。また、エンジン150の回転数 $N_e$ に呼応して、スロットルバルブ開度 $\theta$ も同様に推移することは明らかである。そして、エンジン150の回転数 $N_e$ が目標回転数 $N_{e*}$ でエンジン150の出力トルク $T_e$ が値0の状態にて、燃料噴射制御および点火時期制御が

実行される。

【0175】したがって、この第2実施例によれば、エンジン150の始動時において、エンジン150の出力トルク $T_e$ は値0であるから、エンジン150と機械的に接続される駆動軸112についてのトルク変動もないことから、車両ショックを抑制することができる。なお、始動直後の回転数 $N_e$ およびスロットルバルブ開度 $\theta$ の安定性は顕著であり、このような安定した回転数 $N_e$ およびスロットルバルブ開度 $\theta$ で実行される燃料噴射制御および点火時期制御は、その制御目標である制御精度が容易に確保される。従って、エンジン150の始動時におけるエミッションの排出を低減し、ハイブリッド車両の目的の一つである低公害化を実現することができる。

【0176】また、図28に示すように、エンジン150の始動後、エンジンの出力トルク $T_e$ は徐々に増大し（実際は微小量 $\Delta T_e$ ずつ増大されるが、図中には直線で増大を示した。）、それとともに、モータMG2の出力トルク $T_m2$ は徐々に減少する。このとき、エンジンの出力トルク $T_e$ とモータMG2の出力トルク $T_m2$ との両方が作用する駆動軸112のトルクは一定の値となる。したがって、エンジン始動後において、駆動源をモータMG1、MG2からエンジン150に切り換えるに際し、その前後で駆動力を滑らかにつなぐことができる。

### 【0177】3. 変形例

第1実施例および第2実施例では、リングギヤ軸126に出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図29の変形例である動力出力装置110Aに示すように、リングギヤ軸126を延出してケース119から取り出すものとしてもよい。また、図30の変形例である動力出力装置110Bに示すように、エンジン150側からプラネタリギヤ120、モータMG2、モータMG1の順になるよう配置してもよい。この場合、サンギヤ軸125Bは中空でなくてもよく、リングギヤ軸126Bは中空軸とする必要がある。こうすれば、リングギヤ軸126Bに出力された動力をエンジン150とモータMG2との間から取り出すことができる。

【0178】また、図31の変形例である動力出力装置110Cに示すように、モータMG2のロータ142をクランクシャフト156に取付けるとともに、エンジン150側からモータMG2、プラネタリギヤ120、モータMG1の順になるようにモータMG1とモータMG2との配置を変更した構成としてもよい。この際の入出力する動力、即ち上述の各トルク制御における各指令値は、共線図から求めることができる。

【0179】第1実施例や第2実施例またはこれらの上記変形例（動力出力装置110A～110C）では、プ

ラネタリギヤ120のプラネタリキャリア124にクランクシャフト156を結合すると共にサンギヤ軸125にモータMG1を結合し、リングギヤ軸126を駆動軸112を有する動力伝達ギヤ111に動力取出ギヤ128を介して結合したが、プラネタリギヤ120の3軸に対し、クランクシャフト156、モータMG1、動力伝達ギヤ111を如何なる組み合わせで結合してもよい。この際の入出力する動力、即ち上述の各トルク制御における各指令値は、共線図から容易に求めることができる。

【0180】なお、上述の各実施例では、モータMG1によりリングギヤ軸126の回転数 $N_s$ を目標回転数 $N_{s*}$ に制御することによりエンジン150の回転数 $N_e$ を目標回転数 $N_{e*}$ に制御するものとしたが、モータMG1によりリングギヤ軸126の回転数 $N_s$ を目標回転数 $N_{s*}$ に制御することによりエンジン150のトルク $T_e$ を目標トルク $T_{e*}$ に制御するものとすることもできる。エンジン150のトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ とは相対的な関連があるからである。

【0181】さらに、各実施例では、モータMG1およびモータMG2にPM形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、VR形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0182】あるいは、各実施例では、第1および第2の駆動回路191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Gate Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM（パルス幅変調；Pulse Width Modulation）インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0183】また、バッテリー194としては、Pbバッテリー、NiMHバッテリー、Liバッテリーなどを用いることができるが、バッテリー194に代えてキャパシタを用いることもできる。

### 【0184】4. 第3実施例

#### （1）ハードウェア構成

【0185】図32は本発明の第3の実施例である始動制御装置を搭載した車両の概略構成を例示する構成図、図33はその車両に搭載されるエンジンEGおよびその周辺の概略構成を示す構成図、図34は車両コントローラCCを中心とする電氣的構成を例示するブロック図である。

【0186】この車両（ハイブリッド車両）は、図示しない燃料タンクから燃料の供給を受けて駆動されるエン



ジンEGを備えており、その出力軸は連結切換装置SWに接続されている。連結切換装置SWは、発電機Gと電動機Mとに連結されており、エンジンEGの出力軸の回転運動が、連結切換装置SWにより発電機G側もしくは電動機M側に伝達される。なお、連結切換装置SWと電動機Mとの間には回転速度調整器Vが設けられる。また、電動機Mの出力軸には、ディファレンシャルギアDGが接続され、最終的な目的である車両の駆動輪AHが連結されている。

【0187】連結切換装置SWは、車両コントローラC  
Cからの制御信号に応じて回転軸の連結方向を2位置に  
切り換えるものであり、連結切換装置SWを切り換える  
ことで、エンジンEGの出力を発電機G側と電動機M側  
とに選択的に伝達する。回転速度調整器Vは、車両コン  
トローラCCからの制御信号に応じて回転軸の回転数を  
調整可能な歯車機構である。電動機Mとしては、例えば  
6極の永久磁石からなるロータと3相巻線からなるステ  
ータとにより構成される直流ブラシレスモータなどが利  
用される。発電機Gは電動機Mと同様なものである。また、  
バッテリーBTとしては、鉛酸蓄電池、ニッケルカド  
ミウム電池、ナトリウム硫黄電池、リチウム2次電池、  
水素2次電池、レドックス型電池などの各種2次電池、  
燃料電池、大容量のコンデンサなどが利用される。

【0188】かかる構成の車両では、通常、連結切換装  
置SWはエンジンEGの出力軸と発電機Gとを連結する  
位置に切り換えられており、エンジンEGの出力により  
発電機Gが駆動されバッテリーBTに充電がなされ、この  
バッテリーBTの電力を用いて電動機Mが駆動される。即  
ち、駆動輪AHは専ら電動機Mにより駆動され、エンジ  
ンEGは電動機Mのバッテリー充電用として用いられる。

【0189】なお、上記連結切換装置SWによれば、エ  
ンジンEGの出力軸と電動機Mとを連結する位置に切り  
換えることにより、車両の走行による駆動軸17の回転  
がエンジンEGの出力軸に伝達されることから、回転速  
度調整器Vを調節することでそのエンジンEGの出力軸  
の回転数を強制的に制御することができる。即ち、連結  
切換装置SWによりエンジンEGの出力軸と電動機Mと  
を連結する位置に切り換えて、エンジンEGの吸入空気  
量を一定にすることによりエンジンEGの出力を一定に  
保持しておいて、回転速度調整器Vを調整することでエ  
ンジンEGの回転数を強制的に制御することができる。

【0190】図33に示すように、エンジンEGの吸気  
通路60には、吸入空気を取り入れ口から、エアクリ  
ーナ61、スロットルアクチュエータ62aにより開閉駆  
動されるスロットルバルブ62、吸入空気の脈動を抑え  
るサージタンク63およびエンジンEGに燃料を供給す  
る燃料噴射弁64が設けられている。

【0191】吸気通路60を介して吸入される吸入空気  
は、燃料噴射弁64から噴射される燃料と混合されて、  
エンジンEGの燃焼室65内に吸入される。この燃料混

合気は、燃焼室65内で点火プラグ66によって火花点  
火され、エンジンEGを駆動させる。燃焼室65内で燃  
焼したガス（排気）は、排気通路67を介して触媒コン  
バータ68に導かれ、浄化された後、大気側に排出され  
る。

【0192】点火プラグ66には、ディストリビュータ  
71を介してイグナイタ72からの高電圧が印加され、  
この印加タイミングによって点火時期が決定される。な  
お、ディストリビュータ71は、イグナイタ72で発生  
した高電圧を各気筒の点火プラグ56に分配するための  
もので、このディストリビュータ71には、1回転に2  
4発のパルス信号を出力する回転数センサ73が設けら  
れている。

【0193】また、エンジンEGの吸気通路60には、  
スロットルバルブ62の設けられた吸気通路部分を迂回  
するようにバイパス通路75が形成されており、このバ  
イパス通路75には、ISCV76が設けられている。  
ISCV76は、リニアソレノイドによって開弁度が制  
御される高速応答性に優れた弁体を備えており、この弁  
体の開閉の時間比に相当するデューティ比を有するデ  
ューティ信号をリニアソレノイドに出力することにより、  
空気流量を高精度に制御する。このようなISCV76  
を用いることで、一般的に大型のDCモータから構成さ  
れるスロットルアクチュエータ52aを使用することなく、  
エンジンEGのアイドル時の吸入空気量を高速  
制御することができる。

【0194】エンジンEGには、その運転状態を検出す  
るためのセンサとして、回転数センサ73のほか、スロ  
ットルバルブ52の開度を検出すると共にスロットルバ  
ルブ62の全閉状態を検出するアイドルスイッチ80  
（図34）を内蔵したスロットルポジションセンサ8  
1、吸気通路60に配設されて吸入空気（吸気）の温度  
を検出する吸気温センサ82、吸気のを検出するエア  
フロメータ83、シリンダブロックに配設されて冷却水  
温を検出する水温センサ84、排気通路67に配設され  
て排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ85、お  
よび車両の速度を検出する車速センサ86等が備えられ  
ており、これらの各種検出結果は前述した車両情報とし  
て車両コントローラCCに入力される。

【0195】図34に示すように、車両コントローラC  
Cは、マイクロコンピュータを中心とする論理演算回路  
として構成され、詳しくは、予め設定された制御プロ  
グラムに従ってエンジンEGを制御するための各種演算処  
理を実行するCPU90、CPU90で各種演算処理を  
実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予  
め格納されたROM91、同じくCPU90で各種演算  
処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書  
きされるRAM92、電源オフ時においてもデータを保  
持可能なバックアップRAM93、上記車両情報を入力  
するA/Dコンバータ94および入力処理回路95、C

PU90での演算結果に応じてスロットルアクチュエータ62a、燃料噴射弁64、イグナイタ72、ISCV76等に駆動信号を出力する出力処理回路96等を備えている。なお、出力処理回路96には、上記エンジンEGに備えられるアクチュエータ以外にも、連結切換装置SW、回転速度調整器V、発電機Gおよび電動機Mにも駆動信号を出力する。

【0196】この第3実施例においては、こうして構成された車両コントローラCCによって燃料噴射弁64やイグナイタ72等が最適タイミングで最適駆動量にて駆動される、いわゆる燃料噴射制御や点火時期制御によりエンジンEGが運転される。なお、この燃料噴射制御や点火時期制御については従来と同様であり、ここでは詳細な説明を省略する。本実施例の車両では、始動後、車両コントローラCCによって、予め定められた運転条件に合致したか否かが判定され、合致したときに、エンジンの始動を開始し、その後、上記燃料噴射制御や点火時期制御の実行を開始する。

#### 【0197】(2) エンジン始動制御

エンジン始動制御について、次に説明する。図35は、車両コントローラCCのCPU90により実行されるエンジン始動制御ルーチンを示すフローチャートである。このエンジン始動制御ルーチンは、割り込みにて所定時間毎に繰り返し実行される。

【0198】CPU90が処理を開始すると、まず現在の車両情報の入力を行ない(ステップS400)、車両の運転状況を把握する。そして、その情報から、エンジンEGの回転数NEが「0」であり停止しているか否か(ステップS402)、エンジンEGの始動条件が成立しているか否か(ステップS404)を判断する。この実施例では、エンジンEGは専ら電動機Mの電源充電用として用いられるだけで、バッテリー充電量が低下したときに駆動されるだけであることから、上記エンジンEGの始動条件とは、バッテリー充電量の低下時、即ち、バッテリーBTの電圧が図示しない電圧計で所定電圧以下であることを判定する条件である。これ以外にも、アイドルスイッチ80がオン状態であるかなども条件とする。これらの条件が満足されなければ、本ルーチンを終了する。

【0199】一方、これらの条件が成立してエンジンの始動要求があると判定されたときには、エンジンEGの始動準備を実行する(ステップS406)。エンジンEGの始動準備とは、連結切換装置SWをエンジンEGの出力軸と電動機Mとを連結する位置に切り換えることである。連結切換装置SWにおいては、エンジンEGの出力軸と電動機Mとを連結する位置に切り換えることで、車両の走行による駆動軸17の回転をエンジンEGに伝える状態に切り換えることができる。この結果、エンジンEGの始動に必要な駆動系が確立される。なお、この駆動系においては、前述したように、回転速度調整器Vを

調整することで、エンジンEGの回転数を強制的に調節することが可能である。

【0200】ステップS406の実行を終えると次いで、ステップS400にて入力した車両情報から、エンジンEGの始動時における目標とするアイドル回転数TNEと、その目標アイドル回転数TNEを維持するのに必要な目標吸入空気量TQとを算出する(ステップS408)。詳細には、水温センサ84の検出結果に基づく暖機補正量、ヘッドランプのスイッチがオン状態とされたときに設定される電気負荷補正量などを加味し、エンジンEGがおかれている現状に最適の始動時におけるアイドル回転数TNEを求め、さらに、そのアイドル回転数TNEから目標吸入空気量TQを算出する。なお、目標吸入空気量TQを算出する際には、アイドル回転数TNEに加えて吸気温度センサ82の検出結果を用いて吸入空気量を求める構成としてもよく、この構成によれば、空気温度により変わる空気密度を考慮してより高精度の目標吸入空気量TQを求めることができる。

【0201】続いて、回転速度調整器VおよびISCV76に上記目標アイドル回転数TNEおよび目標吸入空気量TQに基づいた駆動信号を出力する(ステップS410)。詳細には、目標アイドル回転数TNEから定まる制御量の駆動信号を回転速度調整器Vに出力することで、エンジンEGを目標アイドル回転数TNEに強制的に回転駆動する。また、目標吸入空気量TQに基づく制御量の駆動信号をISCV76に出力することで、ISCV76の開度を調節してエンジンEGの吸入空気量を目標吸入空気量TQに変える。

【0202】続くステップS412では、実際のエンジンEGの回転数NEがステップS408で求めた目標アイドル回転数TNEより大きいと判定し、大きくないと判定されれば、ステップS410に戻る。また、続く、ステップS414で、所定時間の吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が予め定められた許容変化量 $\Delta Q_{max}$ より小さいと判定し、小さくないと判定されれば、ステップS410に戻る。一方、ステップS412で、実際の回転数NEが目標アイドル回転数TNEより大きいと判定され、ステップS414で、吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が許容変化量 $\Delta Q_{max}$ より小さいと判定されると、エンジンEGの回転数NEおよび吸入空気量Qが共に安定したと判断して、燃料噴射弁64やイグナイタ72に対して駆動信号を出力する噴射制御・点火時期制御を実行してエンジンEGの始動を開始し(ステップS416)、この条件下でのエンジンEGの始動が所定時間継続されるように運転条件の変化を所定時間禁止する処理(ステップS418)を行なう。その後、「リターン」に抜けてこの処理を一旦終了する。

【0203】以上のように構成されたエンジン始動制御ルーチンにより実現されるエンジンEGの始動時の回転数NEおよび吸入空気量Qの経時変化は、図22に示し

た第1実施例のタイミングチャートとほぼ同様に推移する。

【0204】図示するように、本実施例のエンジンEGは、電動機Mによって始動開始時から回転駆動され、最終目的であるアイドル回転数TNEに短時間の内に達し（時刻t1）、かつ、その状態で安定推移する。また、エンジンEGの回転数NEに呼応して、吸入空気量Qも同一特性曲線にて推移することは明かである。そして、回転数NEがアイドル回転数TNEとなり、吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が許容変化量 $\Delta Q_{max}$ となる安定状態（図22の特性が定常状態に達した状態）にて、燃料噴射制御および点火時期制御が実行される。

【0205】したがって、この第3実施例によればエンジンEGの始動時における回転数NEおよび吸入空気量Qの安定性は顕著であり、このような安定した回転数NEおよび吸入空気量Qで実行される燃料噴射制御および点火時期制御は、その制御目標である制御精度が容易に確保される。従って、エンジンEGの始動時におけるエミッションの排出を低減し、ハイブリッド車両の目的の一つである低公害化を実現することができる。また、燃料噴射制御および点火時期制御の制御精度が優れていることから、エンジンEGから出力されるトルクの変動がない。この結果、エンジンEGと機械的に接続される駆動軸17についてのトルク変動もないことから、車両ショックを抑制することができる。

【0206】しかも、この第3実施例は、エンジン始動プログラムのステップS418により、エンジンEGの始動後も所定時間にわたってエンジンEGの運転条件が変更されることを禁止している。従って、エンジンEGの触媒コンバータ68が活性化されるまで上記の安定したアイドル運転が継続され、より一層の低公害化が図られる。

【0207】また、この第3実施例では、エンジンEGを専ら電動機Mの電源充電用として用いるタイプのものであることから、バッテリー充電量が低下したときに、エンジンEGは断続的に運転されることになる。このため、このタイプのハイブリッド車両では、エンジンEGの始動の機会が多い。この結果、上記低公害化の効果はより十分に発揮されることになる。

【0208】5. 変形例

【0209】上記第3実施例ではエンジンEGの吸気通路部分を迂回するようにバイパス通路75を形成し、ISCV76によりアイドル時の吸入空気量を制御しているが、スロットルアクチュエータ62aによりスロットルバルブ62を直接回転駆動してもよい。このような構成であれば、バイパス通路75等が不要となりエンジンEGの構造を簡略化できる。

【0210】上記第3実施例では、水温センサ84の検出結果に基づく暖機補正量と、ヘッドランプ等の負荷補正量から目標アイドル回転数TNEを求めていたが、こ

れ以外にも、バッテリー端子電圧値、車両の運転状態、大気状態、エンジンの各部温度条件などにより増減補正を行なってもよい。例えば、自動変速機がDレンジに投入されたときにDレンジ補正量を設定したり、エアコンディショナのスイッチがオン状態とされたときにエアコン補正量を設定したりすることができる。

【0211】上記第3実施例では、エンジンEGをモータリングする回転数を、アイドル回転数TNEとしていたが、これに換えて、駆動軸17の回転数（車速に相当する）としてもよい。この場合、回転速度調整器Vは回転速度をそのまま伝えるだけとなり、この構成によっても、エミッションの排出の低減と駆動軸17のトルク変動の防止とを両立することができる。

【0212】上記第3実施例は、エンジンから発生されるエネルギーから電動機駆動用の発電に要するエネルギーを、プラネタリギア装置により機械的に分配し、残ったエネルギーにより車軸を駆動するタイプのハイブリッド車両に適用した構成であったが、この発明の内燃機関の始動制御装置は、必ずしもこのタイプのハイブリッド車両に適用するものに限るものではなく、他のタイプのハイブリッド車両においても適用することができる。例えば、内燃機関から発生されるエネルギーから電動機駆動用の発電に要するエネルギーを電氣的に分配するタイプのハイブリッド車両に適用する構成としてもよい。この構成は、本願出願人が既に提案した特願平7-145575号、特願平7-225869号に示すものであり、内燃機関の出力軸にクラッチモータおよびアシストモータを設け、クラッチモータにより電力を回生し、この回生した電力を用いてアシストモータを駆動するものである。

【0213】さらには、この発明の内燃機関の始動制御装置は、必ずしもハイブリッド車両に適用するものに限るものではない。内燃機関だけで車軸を駆動する車両においてモータリング専用のモータを備える構成に適用することもできる。

【0214】6. その他

【0215】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論であり、さらに次のような変形も可能である。例えば、エンジンとしてガソリンエンジンを用いたが、その他に、ディーゼルエンジンや、タービンエンジンなど各種の内燃機関を用いることもできる。また、以上の各実施例では、本発明の内燃機関の始動制御装置を車両に搭載する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、船舶、航空機などの交通手段や、その他各種産業機械などに搭載することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例としての始動制御装置を構成する動力出力装置110の概略構成を示す構成図で

ある。

【図 2】図 1 の動力出力装置 110 の部分拡大図である。

【図 3】図 1 の動力出力装置 110 を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図 4】動力出力装置 110 の動作原理を説明するためのグラフである。

【図 5】プラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 6】プラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 7】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行される運転制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 8】トルク指令値  $T_r^*$  と回転数  $N_r$  とアクセルペダルポジション  $AP$  との関係を示すマップを例示する説明図である。

【図 9】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行される運転モード判定処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 10】エンジン 150 を効率よく運転できる範囲の一例を示す説明図である。

【図 11】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行される通常運転トルク制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 12】エンジン 150 の運転ポイントと効率の関係を示すグラフである。

【図 13】エネルギー一定の曲線に沿ったエンジン 150 の運転ポイントの効率とエンジン 150 の回転数  $N_e$  との関係を示すグラフである。

【図 14】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行されるモータ MG1 の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図 15】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行されるモータ MG2 の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図 16】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行されるモータ駆動トルク制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 17】モータ駆動トルク制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 18】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行されるエンジン始動制御ルーチンの前半部分を例示するフローチャートである。

【図 19】そのエンジン始動制御ルーチンの後半部分を例示するフローチャートである。

【図 20】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 21】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 22】エンジン始動制御処理により始動されるエンジンの運転状況を示すタイミングチャートである。

【図 23】第 2 実施例におけるエンジン始動制御ルーチンの前半部分を例示するフローチャートである。

【図 24】そのエンジン始動制御ルーチンの後半部分を例示するフローチャートである。

【図 25】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 26】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 27】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 28】エンジン始動制御処理により始動されるエンジンの運転状況を示すタイミングチャートである。

【図 29】第 1 実施例の動力出力装置 110 の変形例である動力出力装置 110A の構成の概略を例示する構成図である。

【図 30】第 1 実施例の動力出力装置 110 の変形例である動力出力装置 110B の構成の概略を例示する構成図である。

【図 31】第 1 実施例の動力出力装置 110 の変形例である動力出力装置 110C の構成の概略を例示する構成図である。

【図 32】この発明の第 3 の実施例である始動制御装置を搭載した車両の概略構成を例示する構成図である。

【図 33】その車両に搭載されるエンジン EG およびその周辺の概略構成を例示する構成図である。

【図 34】車両コントローラ CC を中心とする電氣的構成を例示するブロック図である。

【図 35】車両コントローラ CC の CPU 90 により実行されるエンジン始動制御ルーチンを示すフローチャートである。

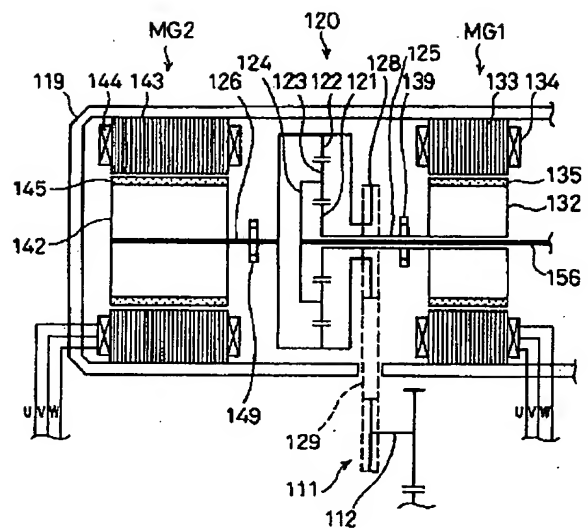
【符号の説明】

110…動力出力装置  
110A…動力出力装置  
110B…動力出力装置  
110C…動力出力装置  
111…動力伝達ギヤ  
112…駆動軸  
114…ディファレンシャルギヤ  
116, 118…駆動輪  
119…ケース  
120…プラネタリギヤ  
121…サンギヤ

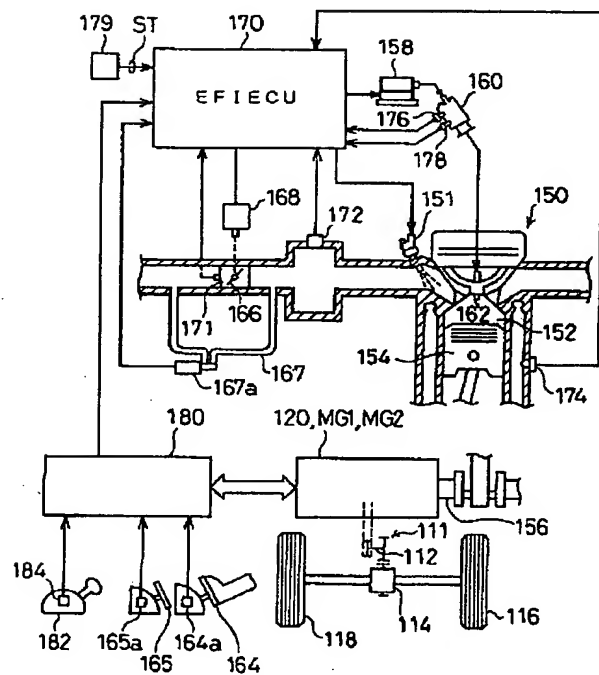
122...リングギヤ  
 123...プラネタリピニオンギヤ  
 124...プラネタリキャリア  
 125...サンギヤ軸  
 125B...サンギヤ軸  
 126...リングギヤ軸  
 126B...リングギヤ軸  
 128...動力取出ギヤ  
 129...チェーンベルト  
 132...ロータ  
 133...ステータ  
 134...三相コイル  
 135...永久磁石  
 139...レゾルバ  
 142...ロータ  
 143...ステータ  
 144...三相コイル  
 145...永久磁石  
 149...レゾルバ  
 150...エンジン  
 151...燃料噴射弁  
 152...燃焼室  
 154...ピストン  
 156...クランクシャフト  
 158...イグナイタ  
 160...ディストリビュータ  
 162...点火プラグ  
 164...アクセルペダル  
 164a...アクセルペダルポジションセンサ  
 165...ブレーキペダル  
 165a...ブレーキペダルポジションセンサ  
 166...スロットルバルブ  
 166a...スロットルバルブ  
 167...バイパス通路  
 167a...ISCV  
 168...アクチュエータ  
 168...スロットルアクチュエータ  
 170...EFIECU  
 171...スロットルバルブポジションセンサ  
 172...吸気管負圧センサ  
 174...水温センサ  
 176...回転数センサ  
 178...回転角度センサ  
 179...スタータスイッチ  
 180...制御装置  
 182...シフトレバー  
 184...シフトポジションセンサ  
 190...制御CPU  
 190a...RAM  
 190b...ROM

191...第1の駆動回路  
 192...第2の駆動回路  
 194...バッテリー  
 195, 196...電流検出器  
 197, 198...電流検出器  
 199...残容量検出器  
 MG1...モータ  
 MG2...モータ  
 17...駆動軸  
 10 52...スロットルバルブ  
 52a...スロットルアクチュエータ  
 56...点火プラグ  
 60...吸気通路  
 61...エアクリーナ  
 62...スロットルバルブ  
 62a...スロットルアクチュエータ  
 63...サージタンク  
 64...燃料噴射弁  
 65...燃焼室  
 20 66...点火プラグ  
 67...排気通路  
 68...触媒コンバータ  
 71...ディストリビュータ  
 72...イグナイタ  
 73...回転数センサ  
 75...バイパス通路  
 76...ISCV  
 80...アイドルスイッチ  
 81...スロットルポジションセンサ  
 30 82...吸気温センサ  
 83...エアフロメータ  
 84...水温センサ  
 85...酸素濃度センサ  
 86...車速センサ  
 90...CPU  
 91...ROM  
 92...RAM  
 93...バックアップRAM  
 94...A/Dコンバータ  
 40 95...入力処理回路  
 96...出力処理回路  
 AH...駆動輪  
 BT...バッテリー  
 CC...車両コントローラ  
 DG...ディファレンシャルギア  
 EG...エンジン  
 G...発電機  
 M...電動機  
 SW...連結切換装置  
 50 V...回転速度調整器

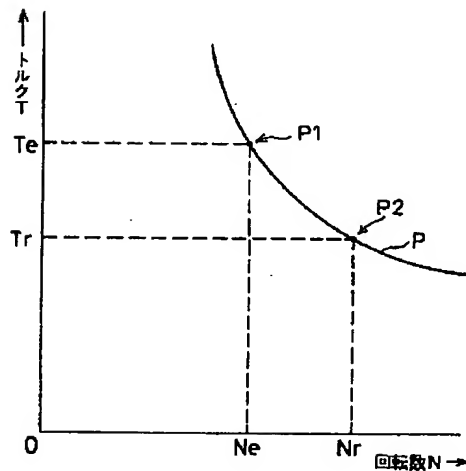
【図 2】



【図 3】

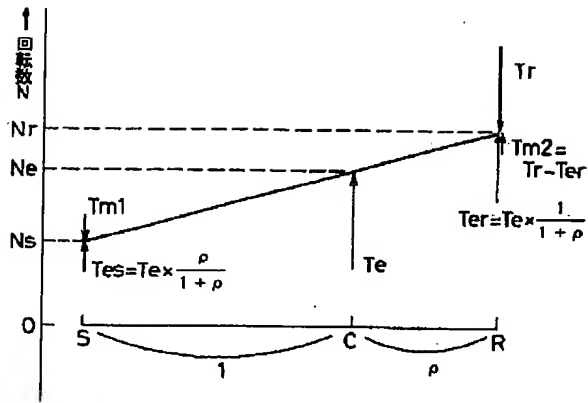


【図4】

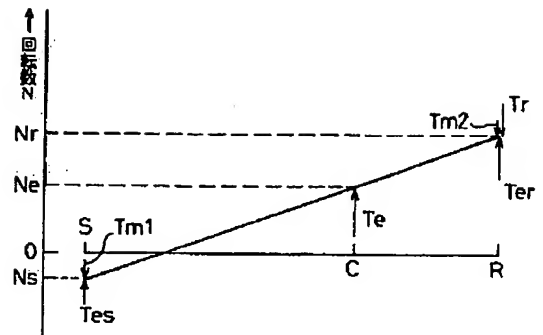




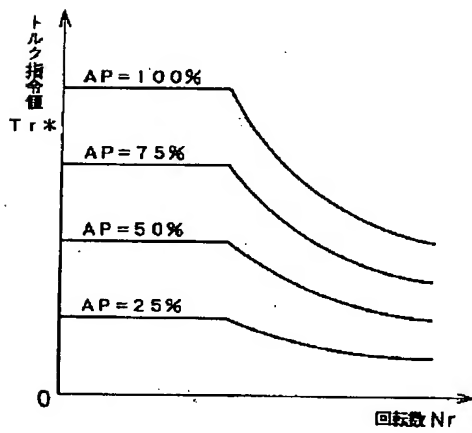
【図5】



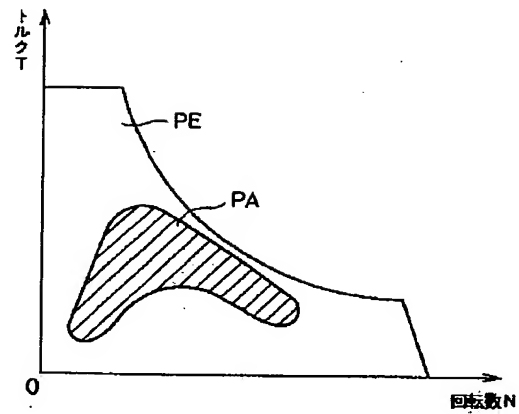
【図6】



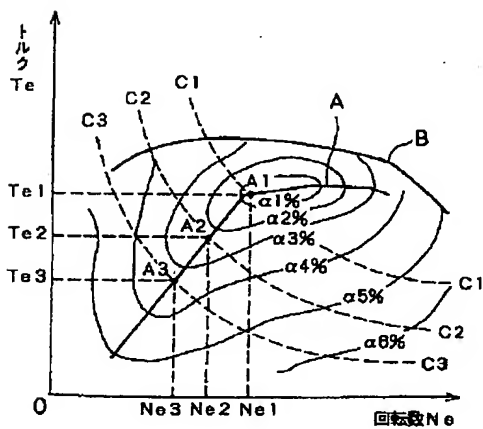
【図8】



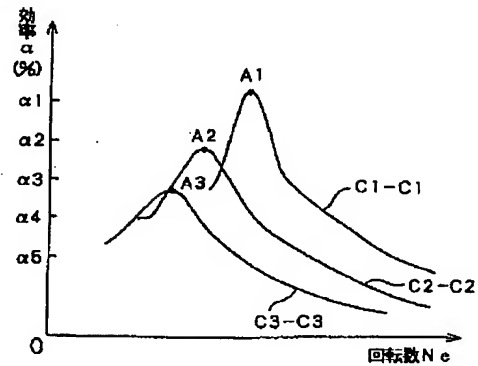
【図10】



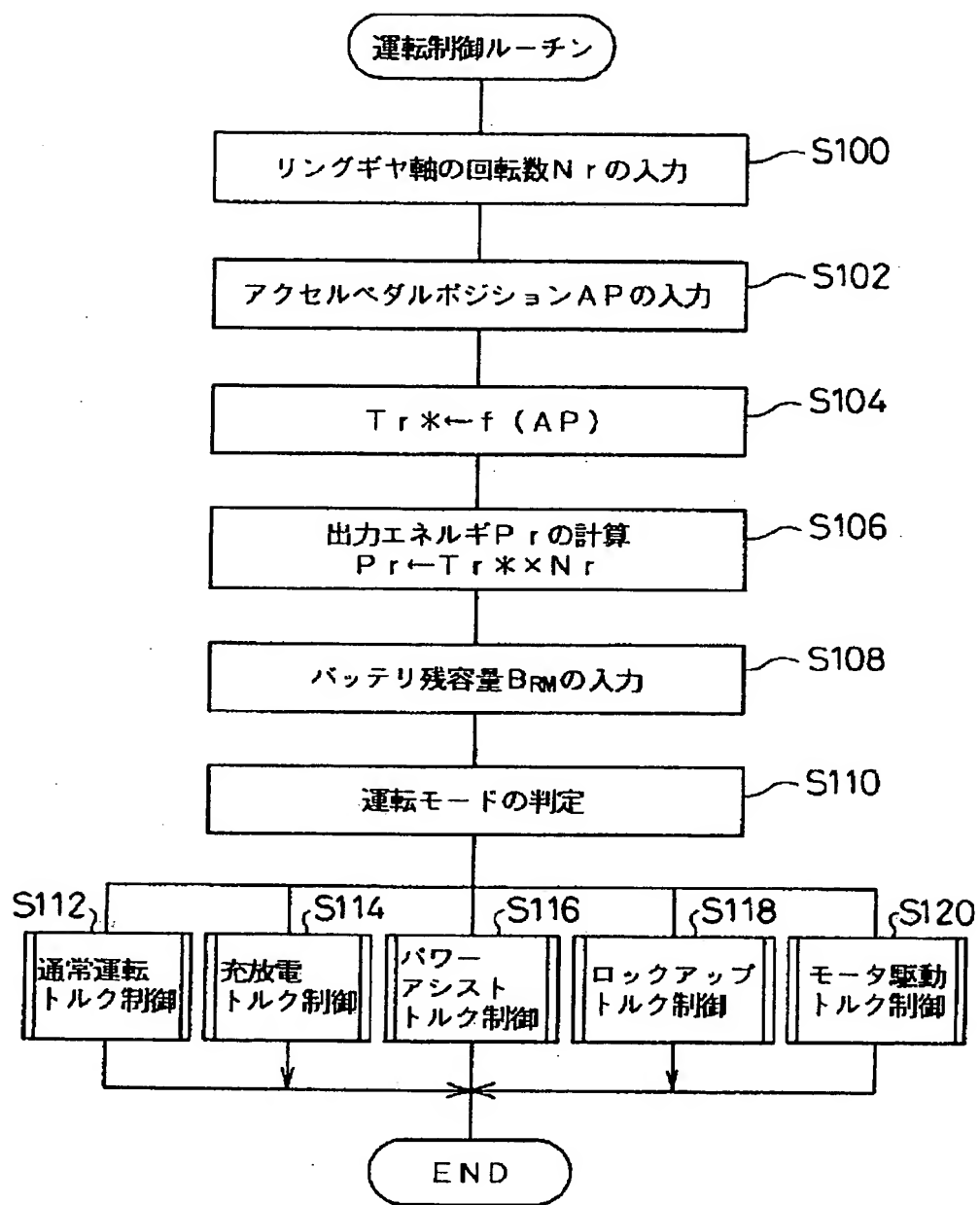
【図12】



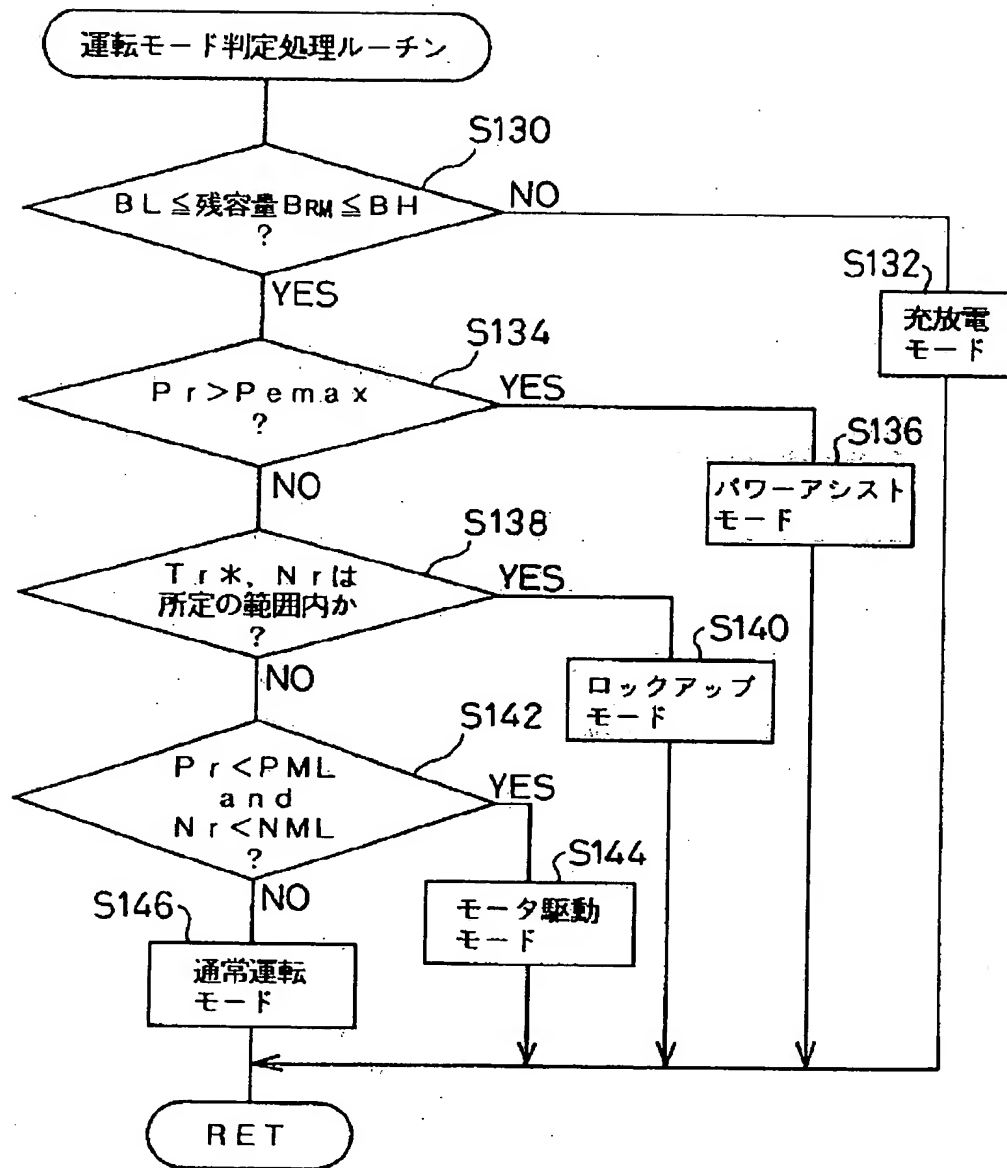
【図13】



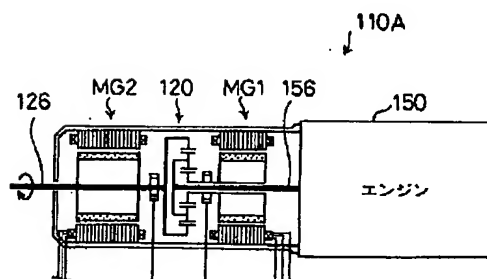
【図 7】



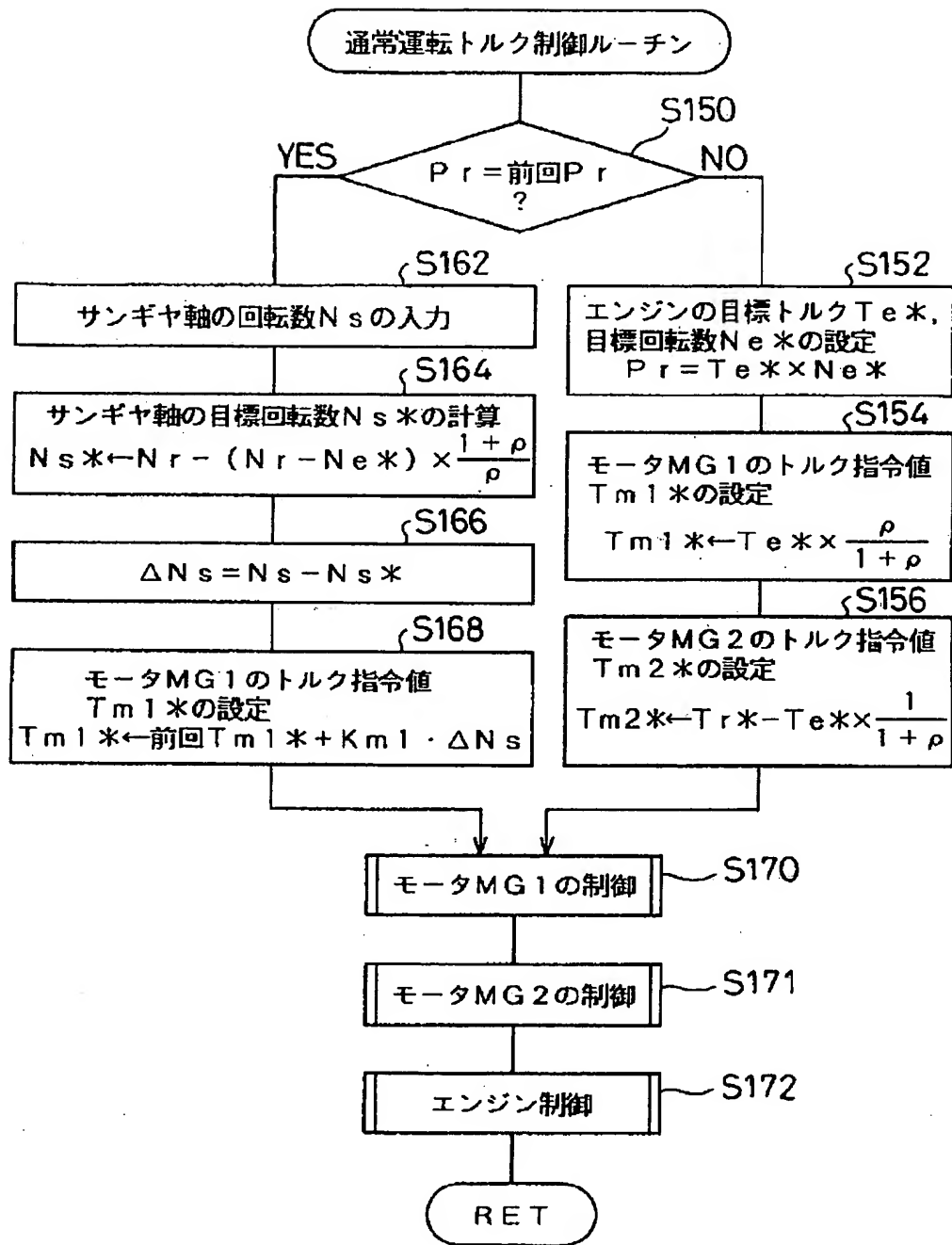
【図9】



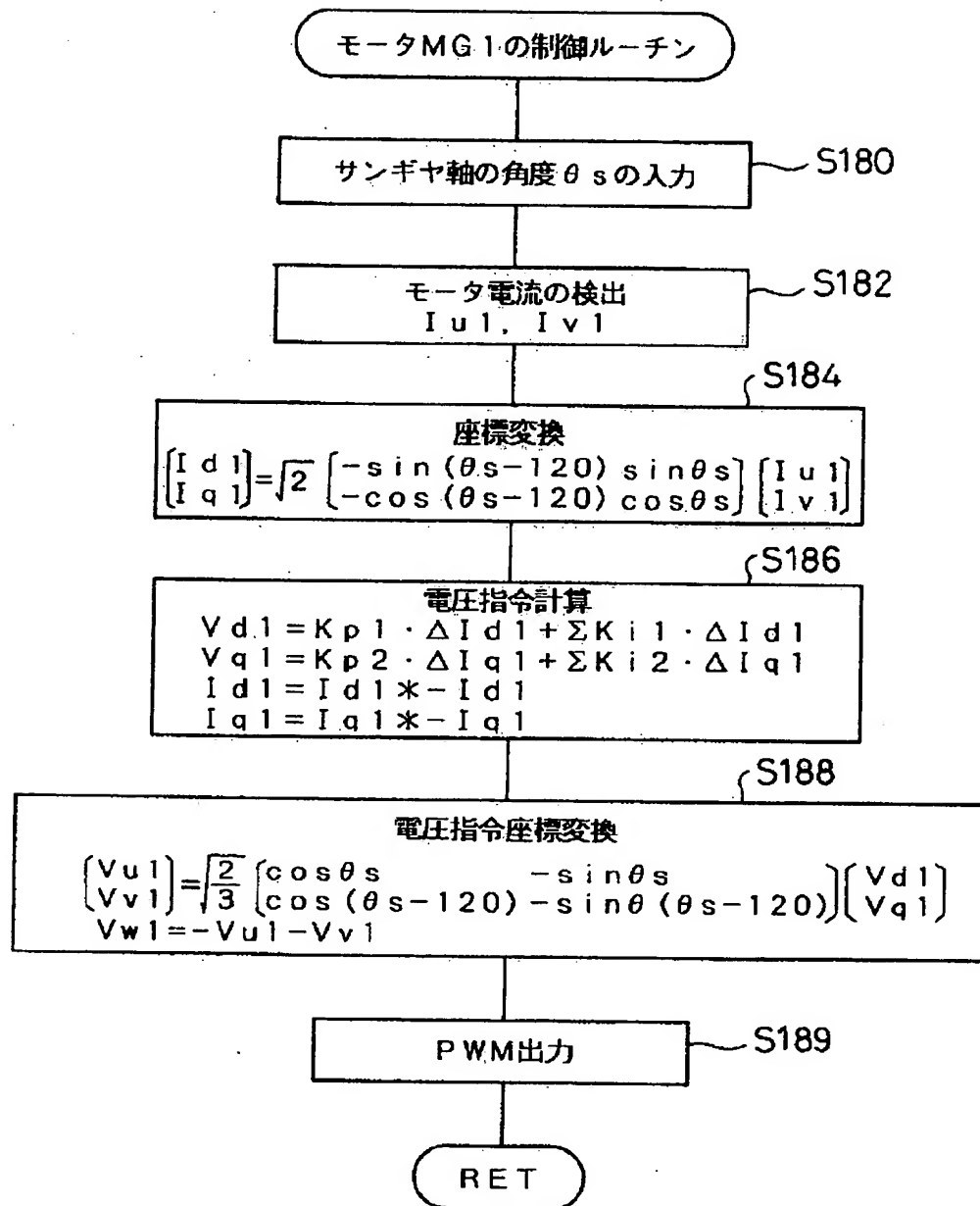
【図29】



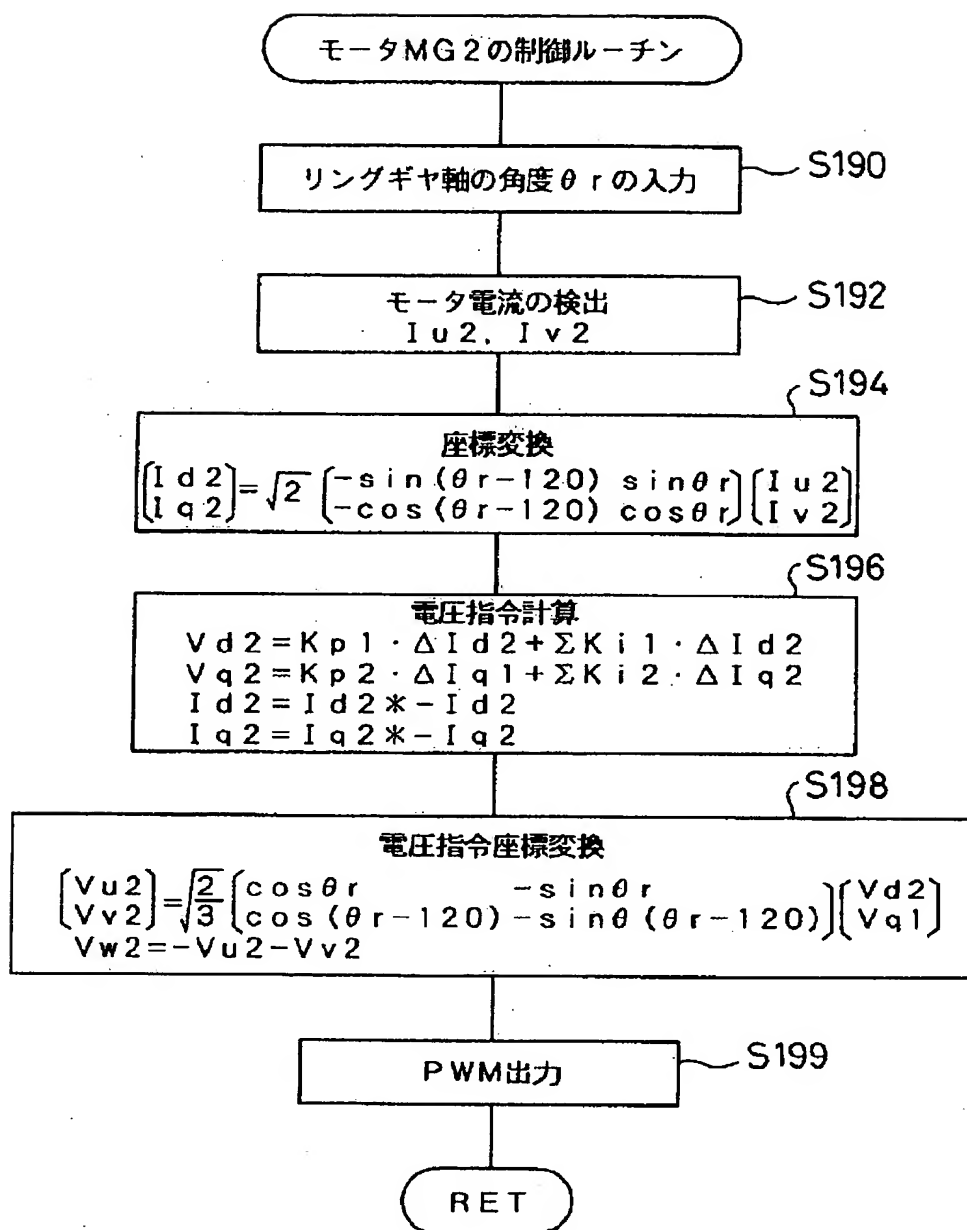
【図11】



【図14】

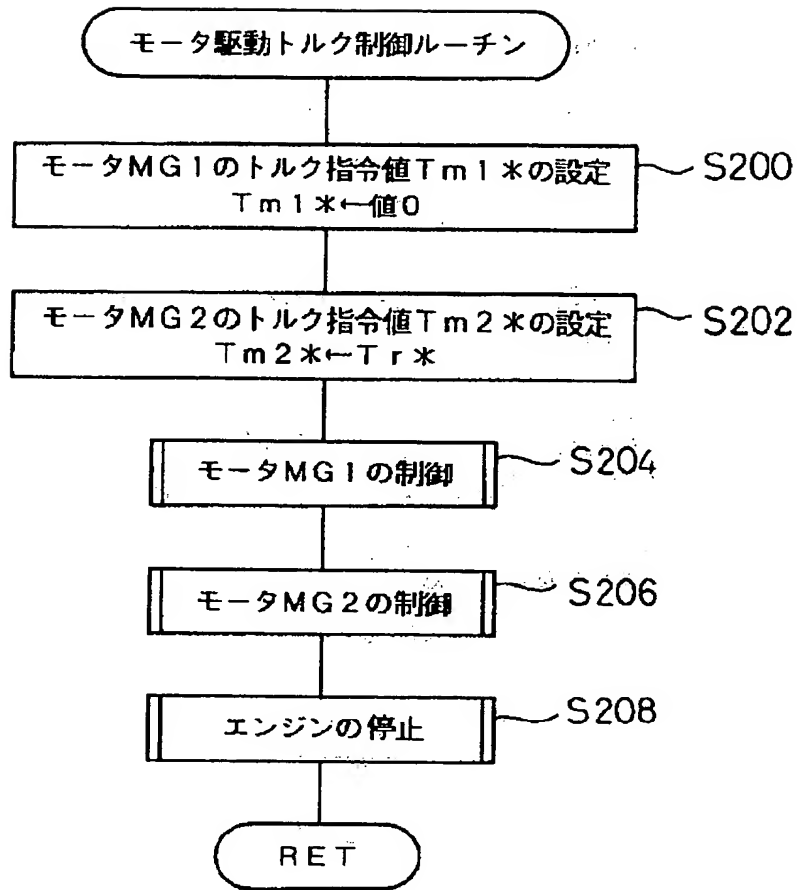


【図15】

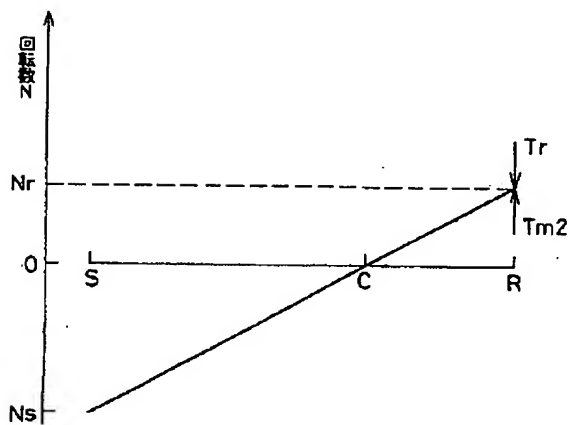




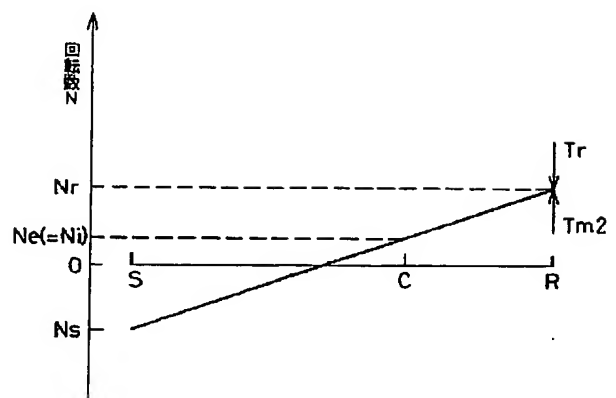
【図16】



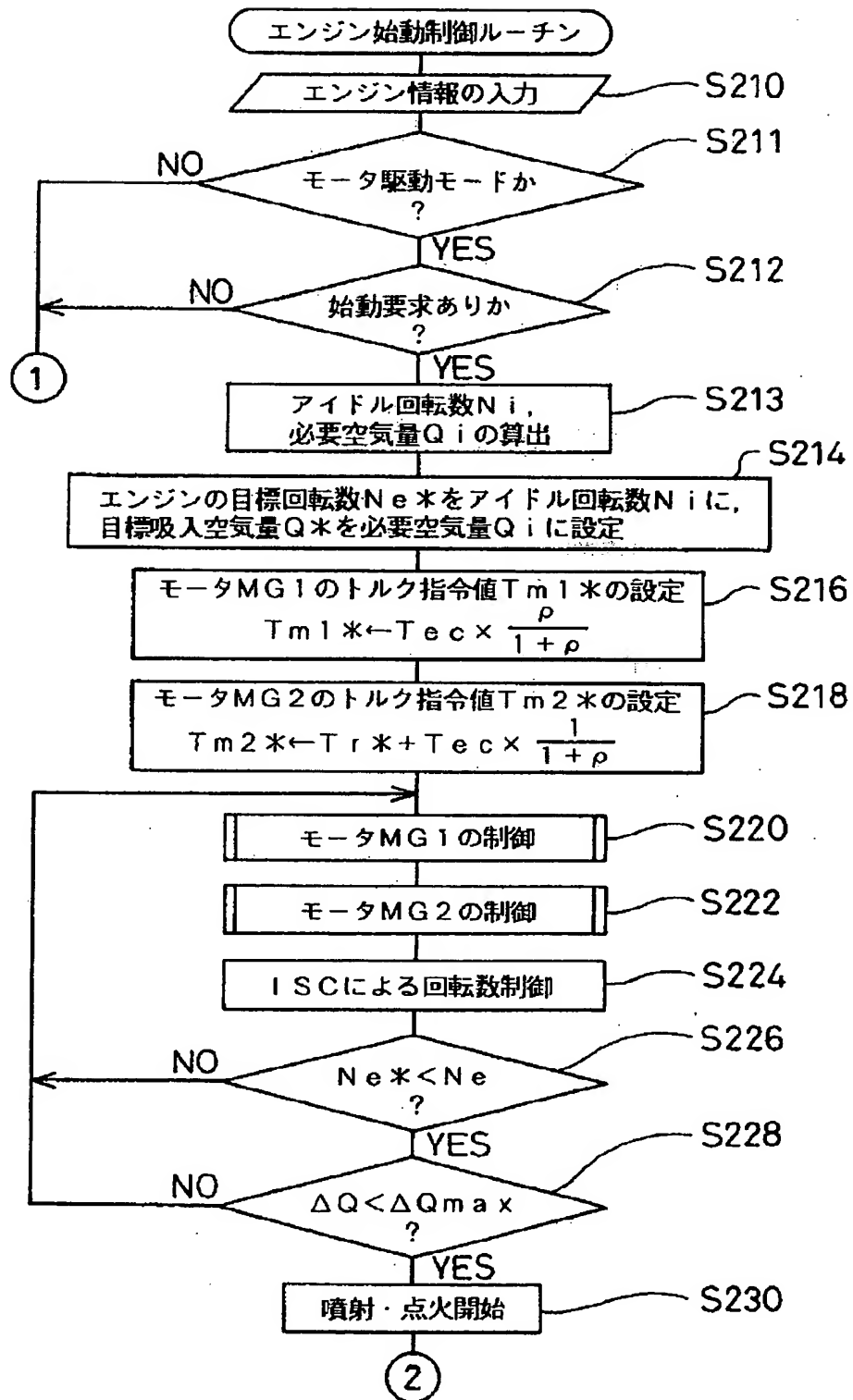
【図17】



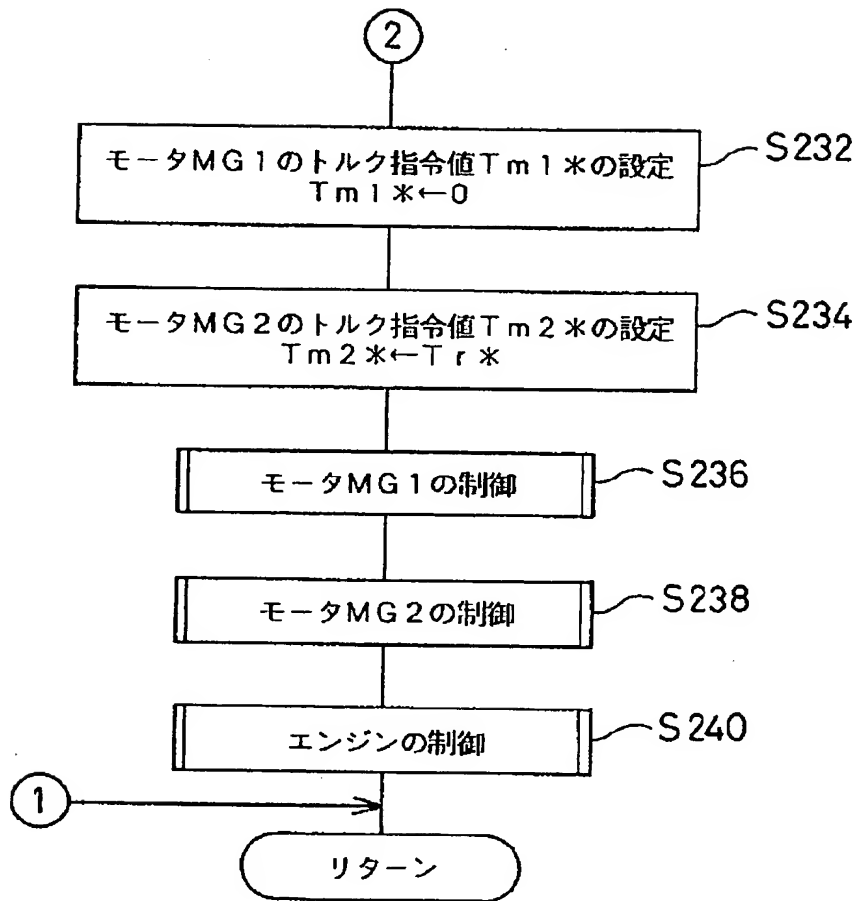
【図21】



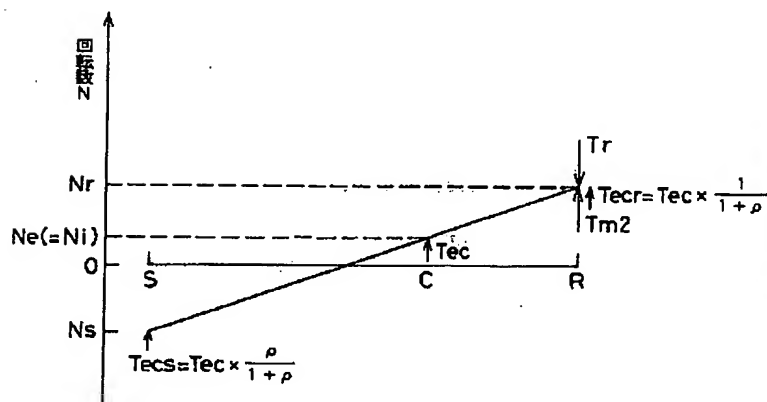
【図18】



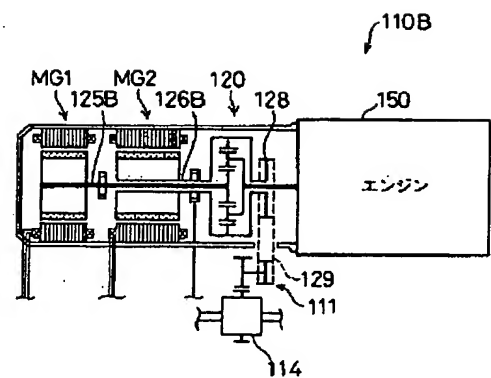
【図19】



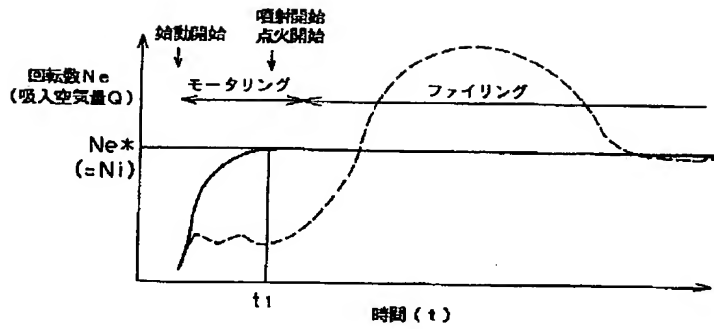
【図20】



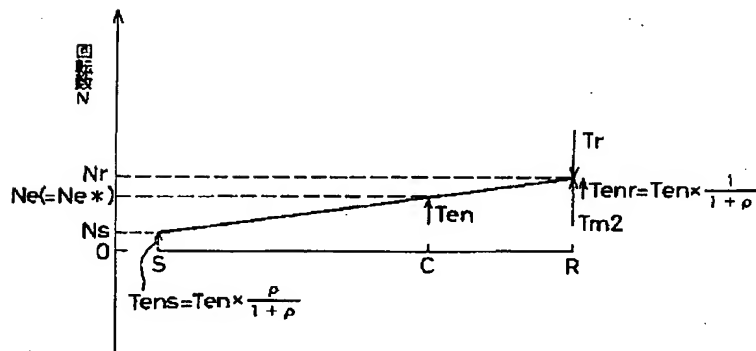
【図30】



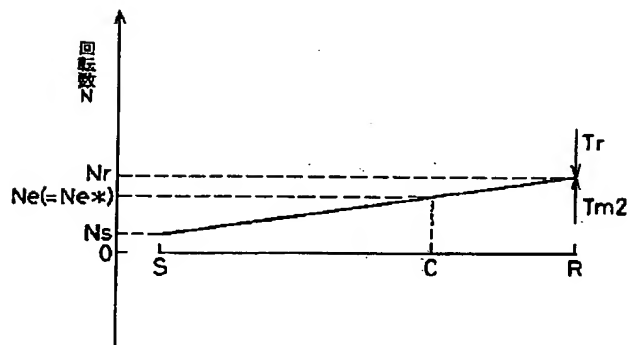
【図22】



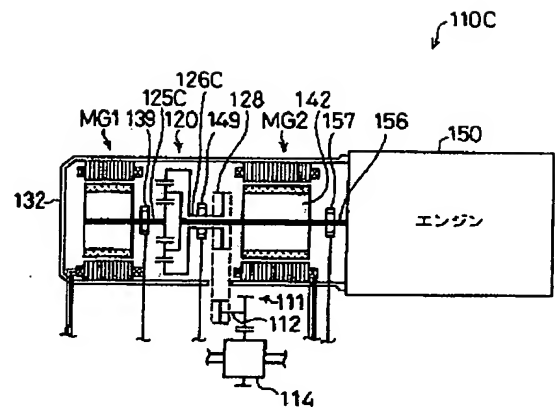
【図25】



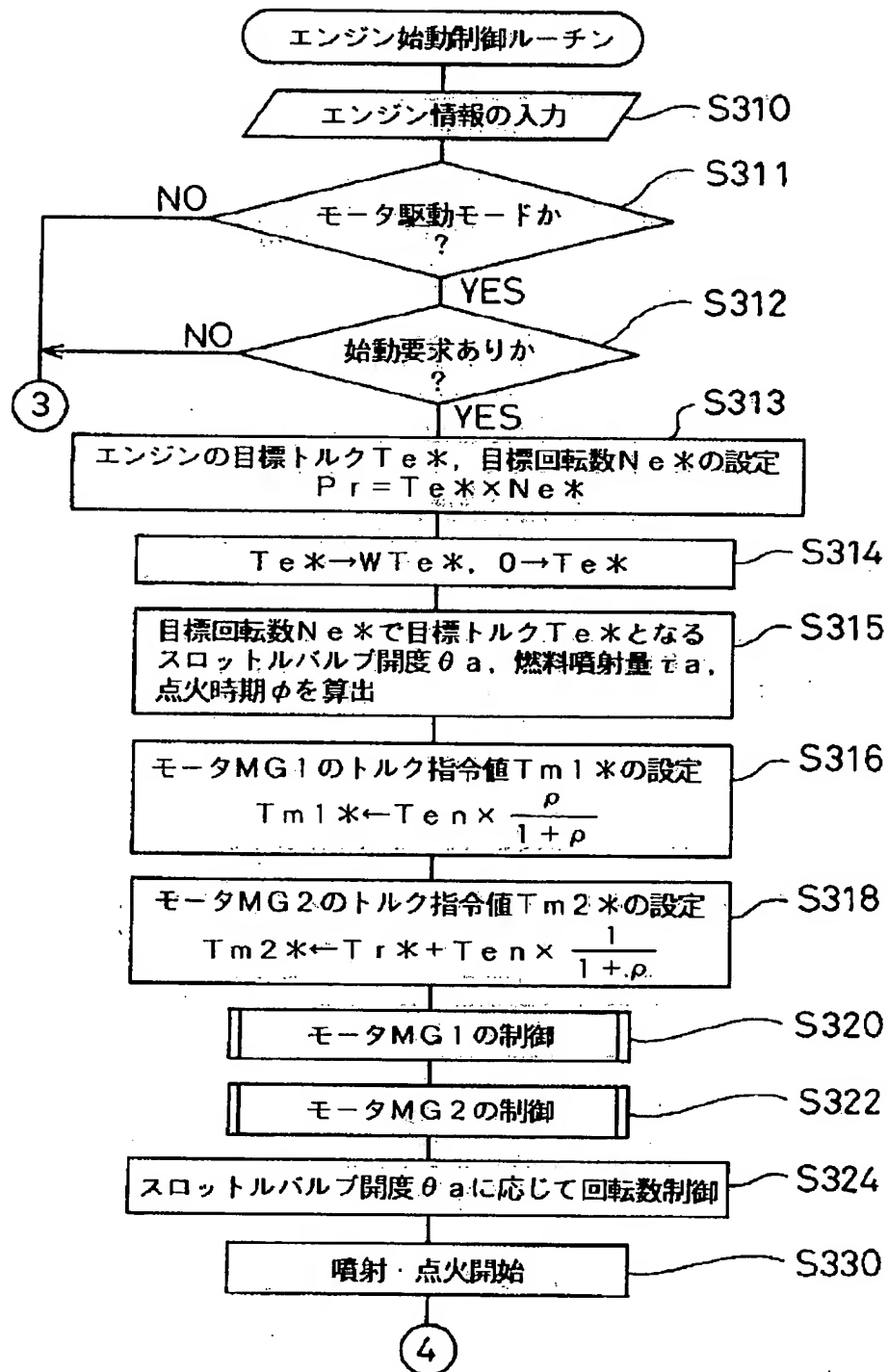
【図26】



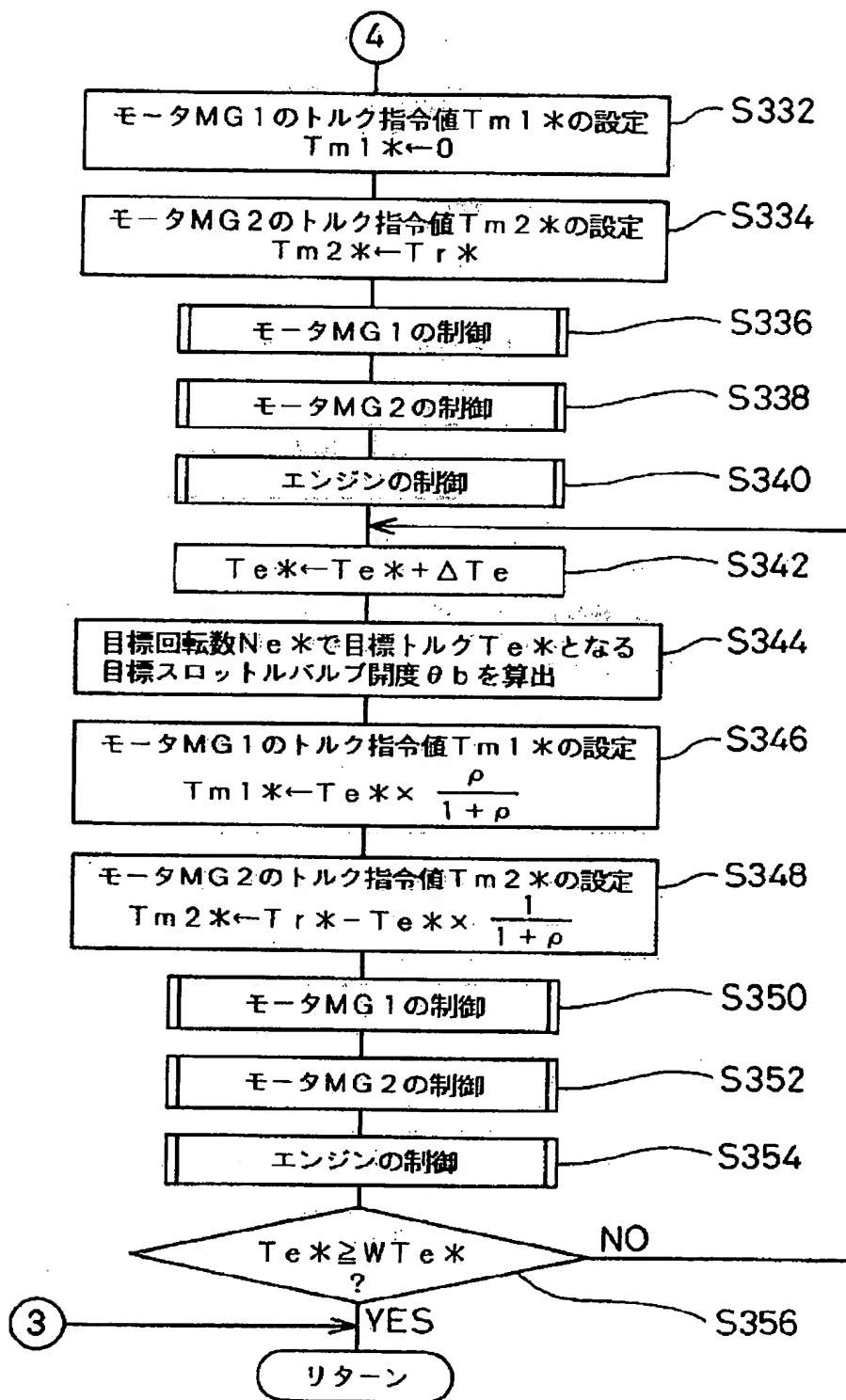
【図31】



【図23】

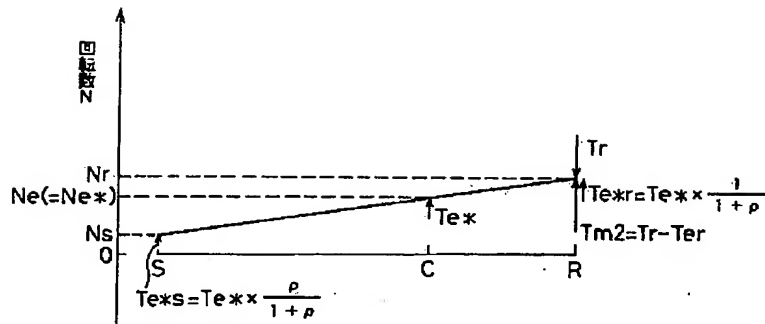


【図24】

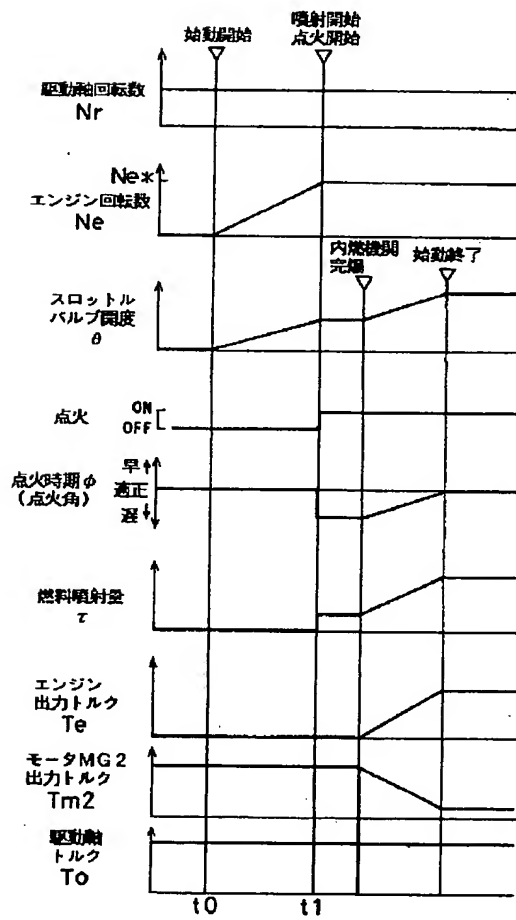




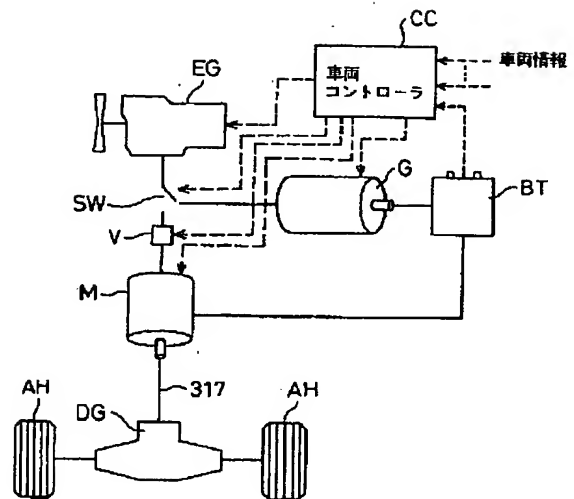
【図27】



【図28】

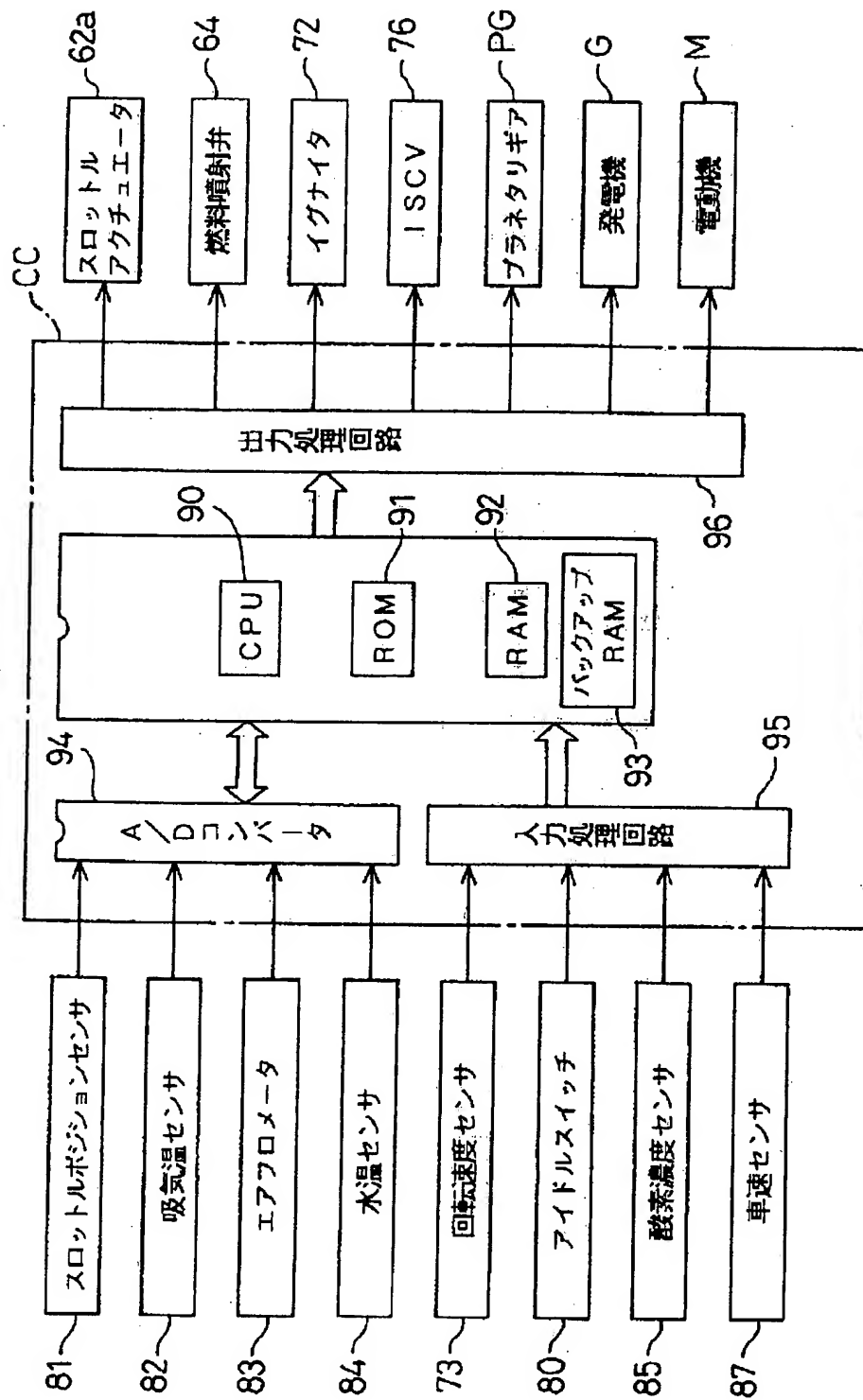


【図32】

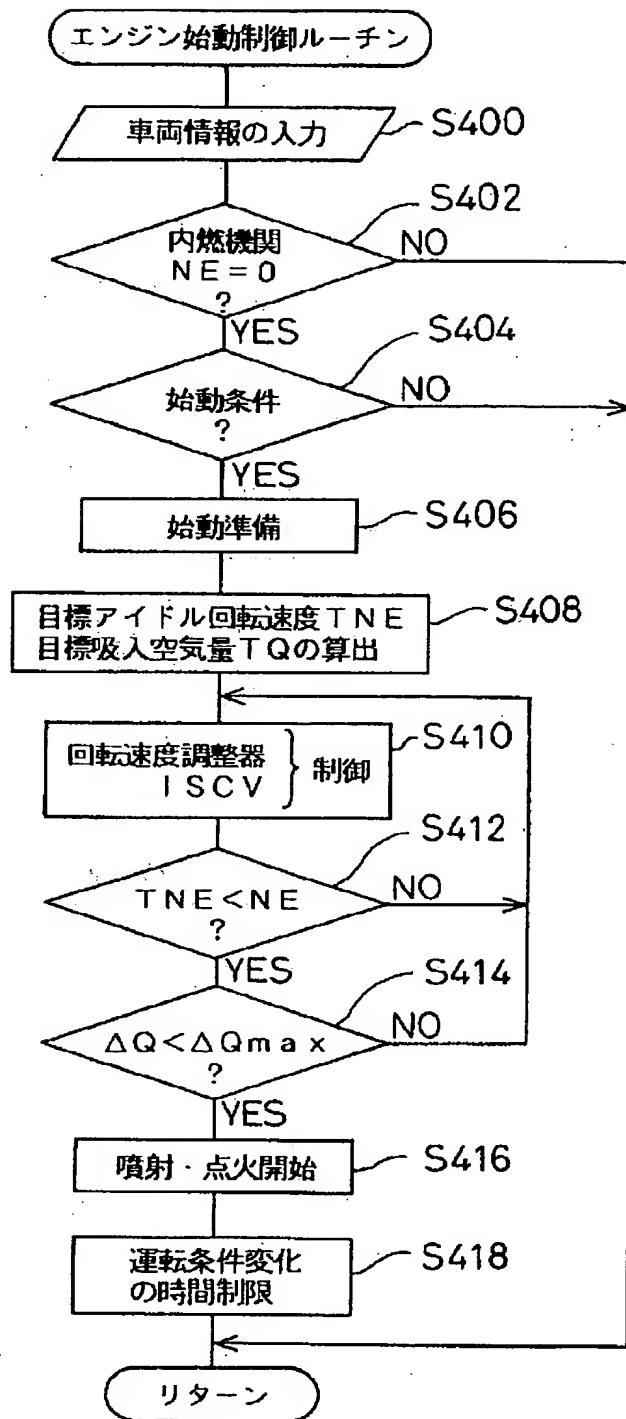


The diagram illustrates a vehicle control system (CC) and an engine (EG). The CC block contains a '車両コントローラ' (Vehicle Controller) and a '車速センサ' (Vehicle Speed Sensor). The EG block includes various components labeled with numbers: 61, 62, 62a, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 75, 76, 81, 82, 83, 84, 85. The system shows the flow of signals and fluids between these components, including a sensor (87) providing input to the controller and various actuators and sensors (e.g., 71, 72, 73, 81, 82, 83) within the engine area.

【図34】



【図35】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 N	11/04		F 0 2 N	11/04 A
F 0 2 P	5/15		F 0 2 P	5/15 E

(72)発明者	中江 公一	(72)発明者	広瀬 清夫
	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内		愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-222064  
 (43)Date of publication of application : 26.08.1997

(51)Int.Cl.

F02N 11/08  
 F02D 29/02  
 F02D 41/06  
 F02D 45/00  
 F02N 11/00  
 F02N 11/04  
 F02P 5/15

(21)Application number : 08-203239  
 (22)Date of filing : 12.07.1996

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
 (72)Inventor : MIKAMI TSUYOSHI  
 IBARAKI TAKATSUGU  
 HATA YUSHI  
 NAKAE KOICHI  
 HIROSE KIYOO

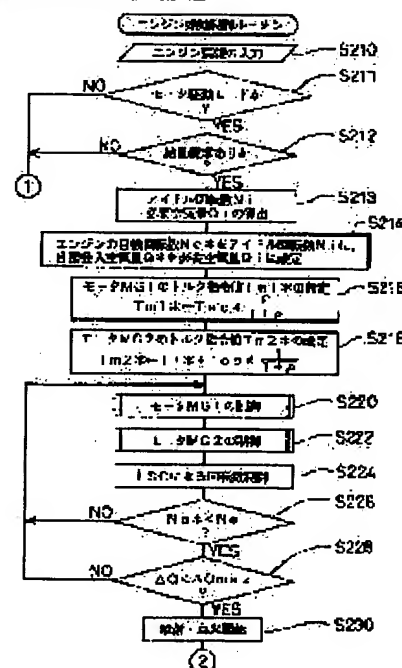
(30)Priority

Priority number : 07346683 Priority date : 12.12.1995 Priority country : JP

## (54) DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING STARTING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the occurrence of the fluctuation of output torque from an internal combustion engine during the starting of an internal combustion engine and to reduce discharge of emission.  
**SOLUTION:** When the starting of an engine demanded at S212, the number  $N_i$  of idle revolutions being a target during starting and an air amount  $Q_i$  necessary to maintenance of  $N_i$  are determined at S213. The  $N_i$  and the  $Q_i$  are then set to the target number  $N_e^*$  and a target intake air amount  $Q^*$  at S214. The torque command values  $T_{m1}$  and  $T_{m2}$  of motors MG1 and MG2 are set at S216 and S218 to generate cranking torque by the MG1 and MG2 and the MG1 and MG2 are controlled at S220 and S222. Thereafter, an intake air amount is regulated to  $Q^*$  by arc ISC at S224. Stability of  $N_e$  and  $Q$  is waited and fuel injection control and ignition timing control are started at S230 and an engine is started. In which case, a fuel injection amount and an ignition timing are determined according to the  $N_e^*$  and  $Q^*$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.06.2003  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.07.2004  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 3610687  
 [Date of registration] 29.10.2004  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-017235  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 19.08.2004



[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] In the starting control unit of the internal combustion engine having an internal combustion engine and the motor connected with this internal combustion engine's output shaft The motoring control means which controls said motor and carries out motoring of said internal combustion engine at a predetermined rotational frequency when there is a starting demand of said internal combustion engine, A calculation means to compute the value from which said internal combustion engine is stabilized at said predetermined rotational frequency, and operation of him is attained about predetermined physical quantity among the physical quantity which controls said internal combustion engine, The starting control unit of the internal combustion engine characterized by having a starting means to put into operation said internal combustion engine with which motoring was carried out by control according to the value computed with said calculation means.

[Claim 2] Said predetermined rotational frequency is the starting control unit of the internal combustion engine according to claim 1 which is idle rpm.

[Claim 3] While being the starting control unit of an internal combustion engine according to claim 1 or 2 and having the 1st motor which has a revolving shaft, and the 2nd motor combined with the driving shaft as an object of a drive possible [ I/O of power ] as said motor When the power which has three shafts respectively combined with said internal combustion engine's output shaft, said revolving shaft, and said driving shaft possible [ transfer of power ], and is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts is determined, It has a 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to one residual shaft based on the determined this power is determined. Further said motoring means The starting control unit of the internal combustion engine having the motor control means controlled so that the power for motoring is outputted to said internal combustion engine by said 3 shaft type power I/O means by controlling said 1st and 2nd motor.

[Claim 4] It is the starting control unit of the internal combustion engine having a means to control said 2nd motor to be the starting control unit of an internal combustion engine according to claim 3, and to negate the deflection of a means to control said 1st motor so that said motor control means outputs predetermined power, and the power which are outputted and inputted by said driving shaft through said 3 shaft type power I/O means.

[Claim 5] It is the starting control unit of an internal combustion engine according to claim 1, and has a driving shaft as an object of a drive, and said internal combustion engine is combined with this driving shaft and the machine target. Further said predetermined rotational frequency The value of said predetermined physical quantity which is the rotational frequency defined based on the rotational frequency of said driving shaft, and is computed with said calculation means is the starting control unit of the internal combustion engine which is the value from which said internal combustion engine is that an output torque can be operated at abbreviation zero at said predetermined rotational frequency.

[Claim 6] The starting control unit of the internal combustion engine having an internal combustion engine torque increase means to control said internal combustion engine so that said internal combustion engine's output torque is turned to said set-up target torque from abbreviation zero after starting of said internal combustion engine by target set torque means to be the starting control unit of an internal combustion engine according to claim 5, and to set up the desired value of an internal combustion engine's output torque as target torque, and said starting means and the gradual increase of said internal combustion engine's output torque is carried out.

[Claim 7] The starting control unit of the internal combustion engine having a motor torque reduction means to be the starting control unit of an internal combustion engine according to claim 6, and to control said motor so that the output torque of said motor decreases gradually at the time of activation of control by said internal combustion engine torque increase means.

[Claim 8] While being the starting control unit of the internal combustion engine of a publication claim 5 thru/or of 7 either and having the 1st motor which has a revolving shaft, and the 2nd motor combined with said driving shaft possible [ I/O of power ] as said motor When the power which has three shafts respectively combined with said internal combustion engine's output shaft, said revolving shaft, and said driving shaft possible [ transfer of power ], and is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts is determined, It has a 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to one residual shaft based on the determined this power is determined. Further said motoring means The starting control unit of the internal combustion engine having the motor control means controlled so that the power for motoring is outputted to said internal combustion engine by said 3 shaft type power I/O means by controlling said 1st and 2nd motor.

[Claim 9] It is the starting control unit of the internal combustion engine having a means to control said 2nd motor to be the starting control unit of an internal combustion engine according to claim 8, and to negate the deflection of a means to control said 1st motor so that said motor control means outputs predetermined power, and the power which are outputted and inputted by said driving shaft through said 3 shaft type power I/O means.

[Claim 10] The target power which is the starting control unit of an internal combustion engine according to claim 8 or 9, and is outputted to said driving shaft is inputted. A target power setting means to search for said predetermined rotational frequency and said target torque from this target power, The starting control unit of the internal combustion engine having the control means which the power outputted by said internal combustion engine after starting of said internal combustion engine by said starting means controls to be outputted to said driving shaft as said target power by said 3 shaft type power I/O means and said 1st and 2nd motor.

[Claim 11] The starting control unit of the internal combustion engine having the means of communication which is the starting control unit of an internal combustion engine according to claim 1, is formed in a car and this car, and transmits at least one side of the output said motor's, and said internal combustion engine's output to the axle of said car.

[Claim 12] The starting control device of the internal combustion engine having an operation stage decision means to be the starting control device of an internal combustion engine according to claim 1 or 11, and to determine said internal combustion engine's operation stage as the dc-battery used as the power source of said motor which can be charged, and the generator which generates the electrical and electric equipment supplied to said dc-battery in response to said internal combustion engine's turning effort according to the charge of said dc-battery.

[Claim 13] An internal combustion engine's starting tense approach that the process which carries out motoring of said internal combustion engine with predetermined idle rpm, and this internal combustion engine with which motoring was carried out have the process which controls the predetermined physical quantity of the physical quantity by said motoring which controls said internal combustion engine to be in the operational status of said idle rpm \*\* when there is a starting demand of an internal combustion engine.

[Claim 14] In the starting tense approach of the internal combustion engine which puts into operation the internal combustion engine combined with a driving shaft and a machine target The process which sets up the target rotational frequency at the time of said internal combustion engine's starting based on the rotational frequency of said driving shaft when there is a starting demand of said internal combustion engine, So that an output torque may be in the operational status of abbreviation zero at said target rotational frequency \*\* [ according to / in the process which carries out motoring of said internal combustion engine at the set-up this target rotational frequency, and this internal combustion engine with which motoring was carried out / said motoring ] The starting tense approach of the internal combustion engine having the process which controls the predetermined physical quantity of the physical quantity which controls said internal combustion engine.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to starting control unit and its control approach of the internal combustion engine which puts an internal combustion engine into operation in response to a starting demand of an internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, what is shown in JP,6-141405,A is proposed as one of the starting control units of an internal combustion engine. This is controlling an inhalation air content to a few flow rate over a predetermined period after an internal combustion engine's starting, and is a technique which lessens the exhaust air total flow in the condition that the catalyst equipment of an exhaust air system has not carried out a temperature up to sufficient activation temperature. According to this technique, discharge of the emission after an internal combustion engine's starting can be reduced.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the above-mentioned conventional internal combustion engine's starting control unit controls the inhalation air content after starting, and the following technical problems are not yet solved about the time of starting which starts ignition and combustion.

[0004] Starting control of an internal combustion engine consists of a series of complicated control which an internal combustion engine is first rotated by the starter motor, and fuel injection and ignition control are performed, and an idle speed control valve (henceforth ISCV) etc. is made [ control ] full open, is led [ control ] to firing, and makes it shift to a predetermined idle rotational speed after that. Such starting control of an internal combustion engine is adopted also in the above-mentioned conventional starting control unit, and is established as a common internal combustion engine's starting approach.

[0005] The rotational speed of an internal combustion engine in case such starting control is performed changes from motoring of 250-300 [rpm] by the starter motor a lot with about 800 [rpm] which is about 1300 [rpm] and idle rotational speed at the time of firing, and change of an internal combustion engine's inhalation air content also becomes large. For this reason, the problem from which the torque outputted from an internal combustion engine before and after an internal combustion engine's starting changes a lot occurred.

[0006] Moreover, even if it aimed at reduction of the emission discharge immediately after starting like the conventional technique, change of an inhalation air content was large, even if it performed control whose emission carries out prediction count of the inhalation air content according to an internal combustion engine control system, and decreases for this reason, that prediction count was not able to become inaccurate and discharge of emission was not fully able to be prevented.

[0007] This invention's starting control unit and its control approach of an internal combustion engine aim at having been made in view of such a problem, and preventing fluctuation of the output torque from the internal combustion engine at the time of an internal combustion engine's starting, and reducing discharge of emission.

[0008]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] The starting control unit of the internal combustion engine of the 1st invention made in order to solve an above-mentioned technical problem In the starting control unit of the internal combustion engine having an internal combustion engine and the motor connected with this internal combustion engine's output shaft The motoring control means which controls said motor and carries out motoring of said internal combustion engine at a predetermined rotational frequency when there is a starting demand of said internal combustion engine, A calculation means to compute the value from which said internal combustion engine is stabilized at said predetermined rotational frequency, and operation of him is attained about predetermined physical quantity among the physical quantity which controls said internal combustion engine, Let it be a summary to have a starting means to put into operation said internal combustion engine with which motoring was carried out by control according to the value computed with said calculation means.

[0009] A "rotational frequency" here is a rotational frequency per unit time amount, and it is used in the same semantics as the so-called rotational speed. Hereafter, on these specifications, the rotational frequency per unit time amount is only called a rotational frequency. Moreover, starting by the starting means is carrying out ignition / combustion initiation of the internal combustion engine, and is performing fuel supply control, ignition control, etc.

[0010] When there is a starting demand of an internal combustion engine, the starting control unit of the internal combustion engine of said configuration controls a motor by the motoring control means, and carries out motoring of the internal combustion engine at a predetermined rotational frequency. And the value from which an internal combustion engine is stabilized at the predetermined rotational frequency, and operation of him is attained about predetermined physical quantity among the physical quantity which controls an internal combustion engine is computed with a calculation means, and is put into operation with a starting means by control according to the computed value of the internal combustion engine with which motoring was carried out.

[0011] therefore, an internal combustion engine will be in the operational status stabilized at the predetermined rotational frequency by making the control according to the value computed by the calculation means from just before ignition / combustion initiation to immediately after a detail — at the time of an internal combustion engine's starting. For this reason, fluctuation of the torque outputted by the internal combustion engine at the time of an internal combustion engine's starting (the times of ignition / combustion initiation just before ignition / combustion initiation and including immediately after are hereafter called "the time of starting") can be prevented.

[0012] Said predetermined rotational frequency can be made into idle rpm in the starting control unit of the internal combustion

engine of said 1st invention. Idle rpm here is a rotational frequency of the internal combustion engine at the time of the idling which operates an internal combustion engine in no-load at a low speed. By this configuration, an internal combustion engine can be immediately put into operation with idle rpm.

[0013] Moreover, while having the 1st motor which has a revolving shaft, and the 2nd motor combined with the driving shaft as an object of a drive possible [ I/O of power ] as said motor in these internal combustion engines' starting control unit When the power which has three shafts respectively combined with said internal combustion engine's output shaft, said revolving shaft, and said driving shaft possible [ transfer of power ], and is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts is determined, It has a 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to one residual shaft based on the determined this power is determined. Further said motoring means It can also consider as a configuration equipped with the motor control means controlled so that the power for motoring is outputted to said internal combustion engine by said 3 shaft type power I/O means by controlling said 1st and 2nd motor.

[0014] According to this configuration, the power for motoring is outputted to an internal combustion engine by 3 shaft type power I/O means by controlling the 1st and 2nd motor. In this way, motoring of the internal combustion engine can be carried out.

[0015] Moreover, according to this configuration, by carrying out drive control of the 1st and 2nd motor so that torque conversion may be carried out by 3 shaft type power I/O means and the 1st and 2nd motor and it may be outputted to a driving shaft, the power outputted by the internal combustion engine can carry out torque conversion of the power outputted by the internal combustion engine, and can output to a driving shaft. And since 3 shaft type power I/O means which can output and input power independently to biaxial is used, an internal combustion engine's output shaft can be independently rotated irrespective of the rotational frequency of the shaft combined with an internal combustion engine's output shaft and driving shaft possible [ transfer of power ] in biaxial [ the ], then a driving shaft. Consequently, an internal combustion engine can be operated on the efficient operation point, and the energy efficiency as the whole equipment can be raised.

[0016] Furthermore, in the starting control unit of the internal combustion engine of the above-mentioned configuration, said motor control means can also be considered as a configuration equipped with a means to control said 1st motor to output predetermined power, and a means to control said 2nd motor to negate the deflection of the power outputted and inputted by said driving shaft through said 3 shaft type power I/O means.

[0017] According to this configuration, since the 2nd motor is controlled to negate the deflection of the power outputted and inputted by said driving shaft through 3 shaft type power I/O means, torque fluctuation of the driving shaft at the time of motoring operation can be prevented.

[0018] In the starting control unit of the internal combustion engine of said 1st invention, it has a driving shaft as an object of a drive, and said internal combustion engine is combined with this driving shaft and the machine target. Further said predetermined rotational frequency It is the rotational frequency defined based on the rotational frequency of said driving shaft, and said internal combustion engine can also consider the value of said predetermined physical quantity computed with said calculation means as the configuration which is the value which is that an output torque can be operated at abbreviation zero at said predetermined rotational frequency.

[0019] According to this configuration, when there is a starting demand of an internal combustion engine, motoring of the internal combustion engine is carried out to a predetermined rotational frequency. And among the physical quantity which controls an internal combustion engine, about predetermined physical quantity, the value from which an internal combustion engine is that an output torque can be operated at abbreviation zero at the predetermined rotational frequency is computed with a calculation means, and is put into operation by control according to the computed value of the internal combustion engine with which motoring was carried out.

[0020] Therefore, an output torque will be [ an internal combustion engine ] in the operational status of abbreviation zero at a predetermined rotational frequency by making the control according to the value computed by the calculation means at the time of an internal combustion engine's starting. For this reason, fluctuation of the torque outputted by the internal combustion engine at the time of an internal combustion engine's starting can be prevented. Consequently, the torque fluctuation about the driving shaft combined with the internal combustion engine and the machine target can also be prevented.

[0021] In the starting control unit of the internal combustion engine of said configuration, said internal combustion engine's output torque can be turned to said set-up target torque from abbreviation zero after starting of said internal combustion engine by target set torque means to set up the desired value of an internal combustion engine's output torque as target torque, and said starting means, and it can also consider as a configuration equipped with an internal combustion engine torque increase means to control said internal combustion engine so that the gradual increase of said internal combustion engine's output torque is carried out.

[0022] According to this configuration, since the gradual increase of an internal combustion engine's output torque is carried out towards target torque after an internal combustion engine's starting, rapid fluctuation of the torque outputted by the internal combustion engine after an internal combustion engine's starting can be prevented.

[0023] Furthermore, in the starting control unit of the internal combustion engine of this configuration, it is desirable to consider as the configuration equipped with a motor torque reduction means to control said motor so that the output torque of said motor decreases gradually, at the time of activation of control by said internal combustion engine torque increase means.

[0024] According to this configuration, since an increased part of an internal combustion engine's output torque can be deducted by the decrement of the output torque of a motor, the sum of the torque outputted by the internal combustion engine and the torque outputted from a motor is maintained at predetermined within the limits. For this reason, since the torque which acts on the driving shaft which receives power from both an internal combustion engine and a motor is maintained at predetermined within the limits, it can \*\* making torque fluctuation of that driving shaft smooth.

[0025] Moreover, while having the 1st motor which has a revolving shaft, and the 2nd motor combined with said driving shaft possible [ I/O of power ] as said motor in said internal combustion engine's starting control unit When the power which has three shafts respectively combined with said internal combustion engine's output shaft, said revolving shaft, and said driving shaft possible [ transfer of power ], and is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts is determined, It has a 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to one residual shaft based on the determined this power is determined. Further said motoring means It can also consider as a configuration equipped with the motor control means controlled so that the power for motoring is outputted to said internal combustion engine by said 3 shaft type power I/O means by controlling said 1st and 2nd motor.

[0026] According to this configuration, the power for motoring is outputted to an internal combustion engine by 3 shaft type

power I/O means by controlling the 1st and 2nd motor. In this way, motoring of the internal combustion engine can be carried out.

[0027] Moreover, according to this configuration, by carrying out drive control of the 1st and 2nd motor so that torque conversion may be carried out by 3 shaft type power I/O means and the 1st and 2nd motor and it may be outputted to a driving shaft, the power outputted by the internal combustion engine can carry out torque conversion of the power outputted by the internal combustion engine, and can output to a driving shaft. And since 3 shaft type power I/O means which can output and input power independently to biaxial is used, an internal combustion engine's output shaft can be independently rotated irrespective of the rotational frequency of the shaft combined with an internal combustion engine's output shaft and driving shaft possible [ transfer of power ] in biaxial [ the ], then a driving shaft. Consequently, an internal combustion engine can be operated on the efficient operation point, and the energy efficiency as the whole equipment can be raised.

[0028] In the starting control unit of the internal combustion engine of said configuration, said motor control means can also be considered as a configuration equipped with a means to control said 1st motor to output predetermined power, and a means to control said 2nd motor to negate the deflection of the power outputted and inputted by said driving shaft through said 3 shaft type power I/O means.

[0029] According to this configuration, since the 2nd motor is controlled to negate the deflection of the power outputted and inputted by said driving shaft through 3 shaft type power I/O means, torque fluctuation of the driving shaft at the time of motoring operation can be prevented.

[0030] Furthermore, in the starting control unit of the internal combustion engine of said configuration, the target power outputted to said driving shaft is inputted. A target power setting means to search for said predetermined rotational frequency and said target torque from this target power. The power outputted by said internal combustion engine can also consider as a configuration equipped with the control means controlled to be outputted to said driving shaft as said target power by said 3 shaft type power I/O means and said 1st and 2nd motor after starting of said internal combustion engine by said starting means.

[0031] According to this configuration, an internal combustion engine is controlled by the predetermined rotational frequency by the operational status of target torque after an internal combustion engine's starting, and the power outputted by this internal combustion engine is outputted to a driving shaft.

[0032] In the control unit of the internal combustion engine of invention of the above 1st, it is prepared in a car and this car and can also consider as a configuration equipped with the means of communication which transmits at least one side of the output said motor's, and said internal combustion engine's output to the axle of said car.

[0033] At the time of an internal combustion engine's starting, irrespective of the time of a halt, it can be stabilized and, according to this configuration, the axle of a car can be rotated with a motor.

[0034] Furthermore, in the control device of the internal combustion engine of invention of the above 1st, it is good also as a configuration equipped with the dc-battery used as the power source of said motor which can be charged, the generator which generates the electrical and electric equipment supplied to said dc-battery in response to driving force from said internal combustion engine, and a means to determine said internal combustion engine's operation stage according to the charge of said dc-battery.

[0035] According to this configuration, an internal combustion engine will start at each time when the charge of a dc-battery falls, and the opportunity of starting of an internal combustion engine increases. Therefore, the emission mentioned above will be reduced and the effectiveness of attaining low-pollution-ization, and the effectiveness of preventing torque fluctuation will much more fully be demonstrated more.

[0036] It is making into the summary for the process which carries out motoring of said internal combustion engine with predetermined idle rpm, and this internal combustion engine with which motoring was carried out to have the process which controls the predetermined physical quantity of the physical quantity by said motoring which controls said internal combustion engine to be in the operational status of said idle rpm \*\*, when the starting tense approach of the internal combustion engine of the 2nd invention has a starting demand of an internal combustion engine.

[0037] According to this configuration, when there is a starting demand of an internal combustion engine, motoring of the internal combustion engine is carried out with idle rpm. And the internal combustion engine with which motoring was carried out is operated so that it may be in the operational status of idle rpm \*\* [ according to / the motoring ].

[0038] Therefore, it will be in the operational status stabilized by the internal combustion engine in idle rpm at the time of an internal combustion engine's starting. For this reason, fluctuation of the torque outputted by the internal combustion engine at the time of an internal combustion engine's starting can be prevented.

[0039] In the starting tense approach of the internal combustion engine which puts into operation the internal combustion engine with which the starting tense approach of the internal combustion engine of the 3rd invention is combined with a driving shaft and a machine target The process which sets up the target rotational frequency at the time of said internal combustion engine's starting based on the rotational frequency of said driving shaft when there is a starting demand of said internal combustion engine. So that an output torque may be in the operational status of abbreviation zero at said target rotational frequency \*\* [ according to / in the process which carries out motoring of said internal combustion engine at the set-up this target rotational frequency, and this internal combustion engine with which motoring was carried out / said motoring ] It is making into the summary to have the process which controls the predetermined physical quantity of the physical quantity which controls said internal combustion engine.

[0040] According to this configuration, when there is a starting demand of an internal combustion engine, motoring of the internal combustion engine is carried out to a target rotational frequency. And it is operated so that an output torque may be in the operational status of abbreviation zero at a target rotational frequency \*\* [ according to / in the internal combustion engine with which motoring was carried out / the motoring ].

[0041] Therefore, an output torque will be [ an internal combustion engine ] in the operational status of abbreviation zero at a target rotational frequency at the time of an internal combustion engine's starting. For this reason, fluctuation of the torque outputted by the internal combustion engine at the time of an internal combustion engine's starting can be prevented.

[0042]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example.

[0043] 1. Starting Control Unit as 1st Example of 1st Example this Invention Since it is what is applied to a high lid vehicle equipped with the mechanical partition system distributed to the kinetic energy which drives an axle for the kinetic energy generated with the engine, and the electrical energy which drives a motor, following and (1) hardware configuration, (2) principles of operation, (3) operation controls, and (4) — usually as operation torque control processing, (5) motor driving torque control

processing, and torque control processing of (6) and others. The above-mentioned hybrid car is explained and the engine starting control concerning the summary of this invention is explained as (7) after that.

[0044] (1) It is the block diagram showing the outline configuration of the car with which the block diagram and drawing 2 which show the outline configuration of the power output unit 110 with which hardware configuration drawing 1 constitutes the starting control unit as the 1st example of this invention incorporated the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of drawing 1, and drawing 3 incorporated the power output unit 110 of drawing 1. It explains from the configuration of the whole car using drawing 3 first on account of explanation.

[0045] This car is equipped with the engine 150 which outputs power by using a gasoline as a fuel as shown in drawing 3. This engine 150 inhales the gaseous mixture of the air inhaled through the throttle valve 166 from the inhalation-of-air system, and the gasoline injected from the fuel injection valve 151 to a combustion chamber 152, and changes into rotation of a crankshaft 156 movement of the piston 154 depressed by explosion of this gaseous mixture. Here, the closing motion drive of the throttle valve 166 is carried out by the throttle actuator 168. An ignition plug 162 forms a spark with the high voltage drawn through the distributor 160 from the ignitor 158, and gaseous mixture is lit by the spark and carries out explosion combustion of it by it.

[0046] Moreover, the bypass path 167 is formed in the inhalation-of-air system of an engine 150 so that the inhalation-of-air part in which the throttle valve 166 was formed may be bypassed, and idle speed control-valve (hereafter referred to as ISCV) 167a is prepared in this bypass path 167. ISCV167a is equipped with the valve element excellent in the high-speed responsibility by which whenever [ valve-opening ] is controlled by the linear solenoid, and controls an air flow rate with high precision by outputting the duty signal which has a duty ratio equivalent to the time amount ratio of opening and closing of this valve element to a linear solenoid. By using this ISCV167a, high-speed control of the inhalation air content at the time of the idling of an engine 150 can be carried out, without using the throttle actuator 168 which generally consists of large-sized DC motors.

[0047] Operation of this engine 150 is controlled by the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 170. The various sensors in which the operational status of an engine 150 is shown are connected to EFIECU170. For example, it is the rotational frequency sensor 176, the angle-of-rotation sensor 178, etc. which are prepared for the coolant temperature sensor 174 and distributor 160 which detect the water temperature of the throttle-valve position sensor 171 which detects the opening (position) of a throttle valve 166, the inlet-pipe negative pressure sensor 172 which detects the load of an engine 150, and an engine 150; and detect the rotational frequency and angle of rotation of a crankshaft 156. In addition, although the starting switch 179 which detects the condition ST of an ignition key was connected to EFIECU170 in addition to this, illustration of other sensors, a switch, etc. was omitted.

[0048] The crankshaft 156 of an engine 150 is mechanically combined with the power transfer gear 111 which sets a revolving shaft as a driving shaft 112 through planetary gear 120, the motor MG 1, and Motor MG 2 which are mentioned later, and gear association of this power transfer gear 111 is carried out at the differential gear 114. Therefore, finally the power outputted from the power output unit 110 is transmitted to the driving wheel 116,118 on either side. It connects with the control unit 180 electrically, and a motor MG 1 and a motor MG 2 are controlled by this control unit 180. Although the configuration of a control unit 180 is explained in full detail later, the interior is equipped with Control CPU and accelerator pedal position sensor 164a prepared in the shift position sensor 184 formed in the shift lever 182 or the accelerator pedal 164, brake-pedal position sensor 165a prepared in the brake pedal 165 are connected. Moreover, the control unit 180 is exchanging various information by EFIECU170 and the communication link which were mentioned above. About control including the exchange of such information, it mentions later.

[0049] As shown in drawing 1, the power output unit 110 consists of control units 180 which carry out drive control of the motor MG 2 combined with the ring wheel 122 of the motor MG 1 greatly combined with the sun gear 121 of planetary gear 120 and planetary gear 120 with which the planetary carrier 124 was mechanically combined with the crankshaft 156 of an engine 150 and an engine 150, and planetary gear 120, and the motors MG1 and MG2.

[0050] Drawing 2 explains the configuration of planetary gear 120 and motors MG1 and MG2. The sun gear 121 combined with the sun gear shaft 125 in the air with which planetary gear 120 penetrated the shaft center to the crankshaft 156, The ring wheel 122 combined with the crankshaft 156 and the ring wheel shaft 126 of the same axle, Two or more planetary pinion gears 123 which revolve around the sun while it is arranged between a sun gear 121 and a ring wheel 122 and the periphery of a sun gear 121 is rotated, It consists of planetary carriers 124 which are combined with the edge of a crankshaft 156 and support the revolving shaft of each planetary pinion gear 123 to revolve. In these planetary gear 120, the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121, the ring wheel 122, and the planetary carrier 124, respectively, the ring wheel shaft 126, and three shafts of a crankshaft 156 are used as the I/O shaft of power, and if the power outputted and inputted among three shafts to any 2 shafts is determined, the power outputted and inputted by one residual shaft will become settled based on the power outputted and inputted biaxial [ which was determined ]. In addition, the detail about I/O of the power to three shafts of these planetary gear 120 is mentioned later.

[0051] The power fetch gear 128 for the ejection of power is combined with the ring wheel 122 at the motor MG 1 side. This power fetch gear 128 is connected to the power transfer gear 111 by the chain belt 129, and transfer of power is made between the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111.

[0052] A motor MG 1 is constituted as a synchronous motor generator, and is equipped with Rota 132 which has two or more permanent magnets 135 in a peripheral face, and the stator 133 around which the three phase coil 134 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 132 is combined with the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121 of planetary gear 120. A stator 133 carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, is formed, and is being fixed to the case 119. This motor MG 1 operates as a motor which carries out the rotation drive of Rota 132 by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and the field formed with the three phase coil 134, and operates as a generator which makes the both ends of the three phase coil 134 produce electromotive force by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and rotation of Rota 132. In addition, the resolver 139 which detects the angle-of-rotation  $\theta$  is formed in the sun gear shaft 125.

[0053] A motor MG 2 is constituted as a synchronous motor generator like a motor MG 1, and is equipped with Rota 142 which has two or more permanent magnets 145 in a peripheral face, and the stator 143 around which the three phase coil 144 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 142 is combined with the ring wheel shaft 126 combined with the ring wheel 122 of planetary gear 120, and the stator 143 is being fixed to the case 119. The stator 143 of a motor MG 2 also carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, and is formed. It operates as a motor or a generator like [ this motor MG 2 ] a motor MG 1. In addition, the resolver 149 which detects the angle-of-rotation  $\theta$  is formed in the ring wheel shaft 126.



[0054] Next, the control unit 180 which carries out drive control of the motors MG1 and MG2 is explained. As shown in drawing 1, the control unit 180 consists of dc-batteries 194 which are the control CPU 190 and the rechargeable battery which control the 1st drive circuit 191 which drives a motor MG 1, the 2nd drive circuit 192 which drives a motor MG 2, and both the drive circuit 191,192. Control CPU 190 is one chip microprocessor, and equips the interior with RAM190a for work pieces, ROM190b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU170, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link.

[0055] In this control CPU 190, angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 from a resolver 139, The accelerator pedal position AP from angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 from a resolver 149, and accelerator pedal position sensor 164a (the amount of treading in of an accelerator pedal) The brake-pedal position BP from brake-pedal position sensor 165a (the amount of treading in of a brake pedal), The shift position SP from the shift position sensor 184 The remaining capacity of the current values Iu1 and Iv2 from two current detectors 195,196 prepared in the 1st drive circuit 191, the current values Iu2 and Iv2 from two current detectors 197,198 prepared in the 2nd drive circuit 192, and a dc-battery 194 The remaining capacity BRM from the remaining capacity detector 199 to detect etc. is inputted through input port. In addition, what the remaining capacity detector 199 measures the specific gravity of the electrolytic solution of a dc-battery 194 or the weight of the whole dc-battery 194, and detects remaining capacity, the thing which calculates the current value and time amount of charge and discharge, and detects remaining capacity, the thing which detects remaining capacity by making between the terminals of a dc-battery short-circuit momentarily, and measuring sink internal resistance for a current are known.

[0056] Moreover, from control CPU 190, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 is outputted. Six transistors Tr1 in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6 constitute the transistor inverter, two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine L1 and L2 of a pair, and each of the three phase coil (UVW) 34 of a motor MG 1 is connected at the node. Power-source Rhine L1 and L2 controls sequentially the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 190 since it connects with the plus [ of a dc-battery 194 ], and minus side, respectively thru/or the ON time amount of Tr6 with a control signal SW1, and if the current which flows in each coil of the three phase coil 134 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 134.

[0057] On the other hand, six transistors Tr11 of the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 also constitute the transistor inverter, is arranged, respectively, and the node of the transistor which makes a pair is connected to each of the three phase coil 144 of a motor MG 2. [ as well as the 1st drive circuit 191 ] Therefore, the transistor Tr11 thru/or the ON time amount of Tr16 which makes a pair by control CPU 190 is sequentially controlled with a control signal SW2, and if the current which flows in each coil 144 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 144.

[0058] (2) Explain actuation of the power output unit 110 explaining the configuration more than the principle of operation. The principle of operation of the power output unit 110, especially the principle of torque conversion are as follows. When operating an engine 150 on the operation point P1 of an engine speed Ne and Torque Te and operating the ring wheel shaft 126 on the operation point P2 of an engine speed Nr which is different although it is the same energy as the energy Pe outputted from this engine 150, and Torque Tr, the case where carry out torque conversion and the power outputted from an engine 150 is made to act on the ring wheel shaft 126 is considered. The engine 150 at this time, the rotational frequency of the ring wheel shaft 126, and the relation of torque are shown in drawing 4.

[0059] According to the place which device study teaches, the relation between the rotational frequency in three shafts (the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and planetary carrier 124) of planetary gear 120 or torque can be expressed as drawing called the nomograph illustrated to drawing 5 and drawing 6, and can be solved geometrically. In addition, the rotational frequency of three shafts and the relation of torque to planetary gear 120 are also analyzable in formula by calculating the energy of each shaft etc., even if it does not use an above-mentioned nomograph. By this example, since explanation is easy, it explains using a nomograph.

[0060] The axis of ordinate in drawing 5 is a rotational frequency shaft of three shafts, and an axis of abscissa expresses the ratio of the location of the axis of coordinates of three shafts. That is, when the axes of coordinates S and R of the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 are taken to both ends, the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 is defined as a shaft which divides Shaft S and Shaft R interiorly to 1:rho. rho is the ratio of the number of teeth of a sun gear 121 to the number of teeth of a ring wheel 122 here, and it is expressed with a degree type (1).

[0061]

[Equation 1]

$$p = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \dots\dots (1)$$

[0062] The engine 150 is operated at the rotational frequency Ne, since the case where the ring wheel shaft 126 is operated at the rotational frequency Nr is considered, the rotational frequency Ne of an engine 150 can be now plotted on the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 with which the crankshaft 156 of an engine 150 is combined, and a rotational frequency Nr can be plotted on the axis of coordinates R of the ring wheel shaft 126. If the straight line which passes along both this point is drawn, it can ask for the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 as a rotational frequency expressed on the intersection of this straight line and axis of coordinates S. Hereafter, this straight line is called a collinear of operation. In addition, it can ask for a rotational frequency Ns by the proportion equation (degree type (2)) using a rotational frequency Ne and a rotational frequency Nr. Thus, in planetary gear 120, if it opts for any two rotations among a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary carrier 124, it will opt for one residual rotation based on two rotations for which it opted.

[0063]

[Equation 2]

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1+p}{p} \dots\dots (2)$$

[0064] Next, the torque Te of an engine 150 is made to act on the drawn collinear of operation upwards from drawing Nakashita by making the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 into line of action. Since a collinear of operation can be dealt with as the rigid body at the time of making the force as a vector act to torque at this time, the torque Te made to act on an axis of coordinates C is separable into the torque Tes on an axis of coordinates S, and the torque Ter on an axis of coordinates

R with the technique of separation of the force to the line of action with which the sense is the same with line of action and differs. The magnitude of Torque  $T_{es}$  and  $T_{er}$  is expressed by a degree type (3) and (4) at this time.

[0065]

[Equation 3]

$$T_{es} = T_e \times \frac{P}{1 + \rho} \quad \dots\dots (3)$$

$$T_{er} = T_e \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (4)$$

[0066] What is necessary is just to take balance of the force of a collinear of operation, in order for the collinear of operation to be stable in this condition. That is, magnitude is the same as Torque  $T_{es}$ , the torque  $T_{m1}$  with the opposite sense is made to act, magnitude is the same to resultant force with torque and Torque  $T_{er}$  with the opposite sense on an axis of coordinates R in the same magnitude as the torque  $T_r$  outputted to the ring wheel shaft 126, and the sense makes the opposite torque  $T_{m2}$  act on an axis of coordinates S. This torque  $T_{m1}$  can act by the motor MG 1, and torque  $T_{m2}$  can be made to act by the motor MG 2. Since torque is made to act on a rotational direction and the rotational reverse sense by the motor MG 1 at this time, a motor MG 1 will operate as a generator and revives electrical energy  $P_{m1}$  expressed with the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$  from the sun gear shaft 125. By the motor MG 2, since the direction of torque is the same as the direction of rotational, a motor MG 2 operates as a motor and is outputted to the ring wheel shaft 126 by making into power electrical energy  $P_{m2}$  expressed by the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$ .

[0067] Here, if electrical energy  $P_{m1}$  and electrical energy  $P_{m2}$  are made equal, all the power consumed by the motor MG 2 can be revived by the motor MG 1, and it can be provided. What is necessary is for that just to make equal the thing which outputs all the inputted energy then the energy  $P_e$  outputted from an engine 150 since it is good, and energy  $P_r$  outputted to the ring wheel shaft 126. That is, the energy  $P_e$  expressed with the product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$  and energy  $P_r$  expressed with the product of Torque  $T_r$  and a rotational frequency  $N_r$  are made equal. If it compares with drawing 4, torque conversion will be carried out and the power expressed with the torque  $T_e$  outputted from the engine 150 currently operated on the operation point P1 and a rotational frequency  $N_e$  will be outputted to the ring wheel shaft 126 as power expressed with the same energy at Torque  $T_r$  and a rotational frequency  $N_r$ . As mentioned above, the power outputted to the ring wheel shaft 126 is transmitted to a driving shaft 112 by the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and is transmitted to a driving wheel 116,118 through a differential gear 114. Therefore, since linear relation is materialized for the power outputted to the ring wheel shaft 126, and the power transmitted to a driving wheel 116,118, it is controllable by controlling the power outputted to the ring wheel shaft 126 in the power transmitted to a driving wheel 116,118.

[0068] In the nomograph shown in drawing 5, although the engine speed  $N_s$  of the sun gear shaft 125 is forward, as shown in the nomograph shown in drawing 6, it may serve as negative at the engine speed  $N_e$  of an engine 150, and the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126. At this time, by the motor MG 1, since the direction of rotational and the direction where torque acts become the same, a motor MG 1 operates as a motor and consumes electrical energy  $P_{m1}$  expressed by the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$ . On the other hand, by the motor MG 2, since the direction of rotational and the direction where torque acts become reverse, a motor MG 2 will operate as a generator and will revive electrical energy  $P_{m2}$  expressed by the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$  from the ring wheel shaft 126. In this case, if electrical energy  $P_{m1}$  consumed by the motor MG 1 and electrical energy  $P_{m2}$  revived by the motor MG 2 are made equal, electrical energy  $P_{m1}$  consumed by the motor MG 1 can be exactly provided by the motor MG 2.

[0069] The above principle of operation explained the conversion efficiency of the power by planetary gear 120, a motor MG 1, a motor MG 2 and a transistor  $Tr1$ , or  $Tr16$  as a value 1 (100%). Since it is less than one value in fact, it is necessary to make energy  $P_r$  which makes a bigger value a little than the energy  $P_r$  which outputs the energy  $P_e$  outputted from an engine 150 to the ring wheel shaft 126, or is conversely outputted to the ring wheel shaft 126 into a value [ a little ] smaller than the energy  $P_e$  outputted from an engine 150. For example, what is necessary is just to consider as the value computed by multiplying by the inverse number of conversion efficiency by the energy  $P_r$  outputted to the ring wheel shaft 126 in the energy  $P_e$  outputted from an engine 150. Moreover, what is necessary is to consider as the value computed from what multiplied the power revived by the motor MG 1 in the state of the nomograph of drawing 5 in the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2 by the effectiveness of both motors, and just to compute the power consumed by the motor MG 1 in the state of the nomograph of drawing 6 from what was broken by effectiveness of both motors. In addition, although energy is lost as heat by machine friction etc. in planetary gear 120, there are very few the amounts of loss, if it sees from the amount of whole, and the effectiveness of the synchronous motor used for motors MG1 and MG2 is very close to a value 1. Moreover, very small things, such as GTO, are known also for a transistor  $Tr1$  thru/or the on resistance of  $Tr16$ . Therefore, since it becomes a thing near a value 1, and the following explanation is also easy for explanation, the conversion efficiency of power is dealt with as a value 1 (100%), unless it shows clearly.

[0070] As mentioned above, there are actuation which adds the electrical energy stored in the dc-battery 194 to the power outputted from the engine 150 besides the actuation which carries out torque conversion of all the power outputted from such an engine 150, and is outputted to the ring wheel shaft 126 although fundamental actuation of the power output unit 110 was explained, and outputs to a ring wheel shaft 126, actuation which store a part of power conversely outputted from an engine 150 as electrical energy in a dc-battery 194. About other actuation of these, it mentions later.

[0071] (3) Explain below to an operation control the operation control of the power output unit 110 constituted in this way based on the operation control routine illustrated to drawing 7. If an operation control routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will perform processing which inputs the rotational frequency  $N_r$  of the ring wheel shaft 126 first (step S100). It can ask for the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126 from angle-of-rotation  $\theta$  of the ring wheel shaft 126 read from the resolver 149. Next, the accelerator pedal position AP from accelerator pedal position sensor 164a is read (step S102). Since an accelerator pedal 164 is broken in when it senses that an operator's output torque is insufficient, the accelerator pedal position AP corresponds to the output torque (namely, torque outputted to a driving wheel 116,118) which the operator wants.

[0072] Then, processing which derives torque command value  $Tr^*$  which is the desired value of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 according to the read accelerator pedal position AP is performed (step S104). The torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 derives without the ability being able to draw the torque which should be outputted to a driving wheel 116,118 according to the accelerator pedal position AP here because the ring wheel shaft 126 will result in deriving the torque which should be outputted to a driving wheel 116,118, if the torque which should be outputted to the

ring wheel shaft 126 is derived, since it is mechanically combined with the driving wheel 116,118 through the power fetch gear 128, the power transfer gear 111, and the differential gear 114. In addition, in the example, the map in which torque command value  $Tr^*$ , the engine speed  $Nr$  of the ring wheel shaft 126, and relation with the accelerator pedal position  $AP$  are shown is beforehand memorized to ROM190b, and if the accelerator pedal position  $AP$  is read, the value of torque command value  $Tr^*$  shall be derived based on the engine speed  $Nr$  of a map, and the accelerator pedal position  $AP$  and the ring wheel shaft 126 which were read. An example of this map is shown in drawing 8.

[0073] Next, the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is searched for by count ( $Pr=Tr^* \times Nr$ ) from drawn torque command value  $Tr^*$  and the rotational frequency  $Nr$  of the read ring wheel shaft 126 (step S106). Then, processing which reads the remaining capacity BRM of the dc-battery 194 detected by the remaining capacity detector 199 is performed (step S108), and judgment processing of operation mode is performed (step S110). Judgment processing of this operation mode is processed by the operation mode judging manipulation routine illustrated to drawing 9. In an operation mode judging manipulation routine, the more suitable operation mode of the power output unit 110 at that time is judged using the data read by step S100 of an operation control routine thru/or S108, the calculated data. Here, explanation of the operation control routine of drawing 7 is once interrupted, and judgment processing of operation mode is previously explained based on the operation mode judging manipulation routine of drawing 9.

[0074] If an operation mode judging manipulation routine is performed, it will judge it that the charge and discharge of a dc-battery 194 are required when it judges (step S130) and there is nothing within the limits of this whether there is control CPU 190 of a control device 180 within limits to which the remaining capacity BRM of a dc-battery 194 is expressed with a threshold BL and a threshold BH, and charge-and-discharge mode will be set up as operation mode of the power output unit 110 (step S132). Here, a threshold BL and a threshold BH show the lower limit and upper limit of remaining capacity BRM of a dc-battery 194, and a threshold BL is set up in the example as a value beyond electric energy required to carry out predetermined time continuation and perform drive by the motor MG 2 by the below-mentioned motor drive mode, addition of the power by the discharge power from the dc-battery 194 by power assistant mode, etc. Moreover, in case a threshold BH suspends the car which is usually in a run state from the remaining capacity BRM at the time of the full charge of a dc-battery 194, it is set below to the value which reduced the electric energy revived by the motor MG 1 and the motor MG 2.

[0075] When it is within limits to which the remaining capacity BRM of a dc-battery 194 is expressed with step S130 with a threshold BL and a threshold BH, it judges whether the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is over the maximum energy  $P_{max}$  in which an output is possible from the engine 150 (step S134). When it is over maximum energy  $P_{max}$ , in maximum energy  $P_{max}$  outputted from an engine 150, it judges that the energy running short needs to provide meals with the energy stored in the dc-battery 194, and power assistant mode is set up as operation mode of the power output unit 110 (step S136).

[0076] On the other hand, the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 judges whether torque command value  $Tr^*$  and a rotational frequency  $Nr$  are within the limits of predetermined from an engine 150 at the time of below the maximum energy  $P_{max}$  in which an output is possible (step S138), and sets up the lock-up mode in the condition of having suspended rotation of the sun gear shaft 125 as operation mode of the power output unit 110, at the time of predetermined within the limits (step S140). Here, the predetermined range is range which can operate an engine 150 efficiently where rotation of a sun gear 121 is suspended. When an engine 150 is operated on each operation point within the limits which can specifically operate an engine 150 efficiently where a sun gear 121 is suspended, it judges whether the operation point which memorizes to ROM190b beforehand by using as a map each torque and rotational frequency which are outputted to the ring wheel shaft 126, and is expressed with torque command value  $Tr^*$  and a rotational frequency  $Nr$  is within the limits of this map. An example of the range which can operate an engine 150 efficiently is shown in drawing 10. Among drawing, Field PE is a field which can operate an engine 150, and Field PA is the range which can operate an engine 150 efficiently. In addition, this range PA is appointed by emission besides operation effectiveness etc. of an engine 150, and can be beforehand set up by experiment etc.

[0077] At step S138, when there are not torque command value  $Tr^*$  and the rotational frequency  $Nr$  of the ring wheel shaft 126 within the limits of predetermined The energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is smaller than the predetermined energy PML. And it judges whether the rotational frequency  $Nr$  of the ring wheel shaft 126 is smaller than the predetermined rotational frequency NML (step S142), and both, when small, the motor drive mode of the drive by the motor MG 2 is set up as operation mode of the power output unit 110 (step S144). An engine 150 sets up the range based on effectiveness falling with low torque at a low engine speed, and the predetermined energy PML and the predetermined engine speed NML are set up as the energy  $Pr$  which serves as a field of under predetermined effectiveness as a operating range of an engine 150, and an engine speed  $Nr$ . In addition, a concrete value is defined by the property of an engine 150, the gear ratio of planetary gear 120, etc. At step S142, Energy  $Pr$  is beyond the predetermined energy PML, or it is judged as what performs the usual operation when a rotational frequency  $Nr$  is more than the predetermined rotational frequency NML, and operation mode is usually set up as operation mode of the power output unit 110 (step S146).

[0078] Return to step S110 of the operation control routine of drawing 7, and it is based on the result of an operation mode judging manipulation routine. When operation mode is usually set up as operation mode, usually operation torque control processing (step S112) When charge-and-discharge mode is set up, charge-and-discharge torque control processing (step S114) When power assistant mode is set up, power assistant torque control processing (step S116) When lock-up mode is set up and motor drive mode is set up in lock-up torque control processing (step S118), motor driving torque control processing (step S120) is performed, respectively. Hereafter, each torque control processing is explained.

[0079] (4) Usually, usual operation torque control processing of step S112 of operation torque control processing drawing 7 is made by the usual operation torque control routine illustrated to drawing 11. If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 is compared with the energy  $Pr$  used when this routine was started the energy  $Pr$  which should be first outputted to the ring wheel shaft 126, and last time (step S150). Here, last time, usual operation torque control processing of step S112 is continuously performed by the operation control routine of drawing 7, and the thing when being started just before [ when the usual operation torque control routine of drawing 11 is started ] is said. When Energy  $Pr$  differs from the last energy  $Pr$ , step S152 thru/or S156 and step S170 thru/or processing of S172 are performed, and when the same, step S162 thru/or processing of S172 are performed. First, processing in case Energy  $Pr$  differs from the last energy  $Pr$  is explained, and processing when the same is explained after that.

[0080] When Energy  $Pr$  differs from the last energy  $Pr$ , processing which sets up target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target rotational frequency  $Ne^*$  first based on the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is performed (step S152). Here, since the energy which an engine 150 supplies is equal to the product of the torque  $Te$  of an engine 150, and an

engine speed  $N_e$ , the relation with target torque  $T_e^*$  of Energy  $P_r$  and an engine 150 and target engine-speed  $N_e^*$  which should be outputted becomes  $P_r = T_e^* \times N_e^*$ , and the combination of target torque  $T_e^*$  of an engine 150 which satisfies this relation, and target engine-speed  $N_e^*$  exists innumerable. So, in an example, an engine 150 is operated in the condition that effectiveness is high as much as possible, to each energy  $P_r$ . And it asks for target torque  $T_e^*$  of the engine 150 from which the operational status of an engine 150 changes smoothly to change of Energy  $P_r$ , and target rotational frequency  $N_e^*$  by experiment etc. This shall be beforehand memorized as a map to ROM190b, and target torque  $T_e^*$  of an engine 150 and target rotational frequency  $N_e^*$  corresponding to Energy  $P_r$  shall be derived from this map. This map is explained further.

[0081] Drawing 12 is a graph which shows the relation between the operation point of an engine 150, and the effectiveness of an engine 150. The curve B in drawing shows the boundary of the field which can operate an engine 150. it is like [ the field which can operate an engine 150 ] the curve alpha 1 which shows the operation point with the same effectiveness according to the property thru/or alpha 6 — etc. — an effectiveness line can be drawn. Moreover, the curve 1 of the energy regularity expressed with the product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$ , for example, curvilinear C1-C, and C3-C3 can be drawn on the field which can operate an engine 150. In this way, if the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 is expressed for the effectiveness of each operation point as an axis of abscissa along with drawn curvilinear C1-C1 of energy regularity thru/or C3-C3, it will become like the graph of drawing 13.

[0082] But the effectiveness of an engine 150 differs greatly by on which operation point it operates with the same energy to output so that it may illustrate. For example, on the fixed curvilinear C1-energy C 1, the effectiveness can be made the highest by operating an engine 150 on the operation point A1 (torque  $T_e$  1, rotational frequency  $N_e$ 1). In curvilinear C2-C2 of output energy regularity, and C3-C3, the operation point with such highest effectiveness exists on the curve of each energy regularity so that the operation point A2 and A3 may correspond, respectively. The curve A in drawing 12 is connected with the line which continues the operation point with which the effectiveness of an engine 150 becomes as high as possible to each energy  $P_r$  based on these things. In the example, target torque  $T_e^*$  of an engine 150 and target engine-speed  $N_e^*$  were set up using what used each operation point on this curve A (Torque  $T_e$ , engine speed  $N_e$ ), and relation with Energy  $P_r$  as the map.

[0083] Here, Curve A is connected with a continuous curve because the operational status of an engine 150 will change suddenly and it cannot shift to target operational status smoothly depending on extent of the change, but knocking may be produced or it may stop, when Energy  $P_r$  changes ranging over the discontinuous operation point if the operation point of an engine 150 is defined with a discontinuous curve to change of Energy  $P_r$ . Therefore, if Curve A is connected with a continuous curve in this way, each operation point on Curve A may not turn into the operation point with the highest effectiveness on the curve of energy regularity.

[0084] When target torque  $T_e^*$  of an engine 150 and target rotational frequency  $N_e^*$  are set up, control CPU 190 While computing torque command value  $T_{m1}^*$  of a motor MG 1 by the degree type (5) and setting it up based on target torque  $T_e^*$  and gear ratio  $\rho$  which were set up (step S154) Based on torque command value  $T_r^*$ , target torque  $T_e^*$ , and gear ratio  $\rho$ , torque command value  $T_{m2}^*$  of a motor MG 2 is computed by the degree type (6), and is set up (step S156). It explained that torque command value  $T_{m1}^*$  and  $T_{m2}^*$  were computable with a formula (5) and a formula (6) as relation of balance between drawing 5 and the collinear of operation in the nomograph of drawing 6.

[0085]

[Equation 4]

$$T_{m1}^* \leftarrow T_e^* \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (5)$$

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - T_e^* \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (6)$$

[0086] In this way, after setting up torque command value  $T_{m1}^*$  of target torque  $T_e^*$  of an engine 150, target rotational frequency  $N_e^*$ , a motor MG 1, and a motor MG 2, and  $T_{m2}^*$ , control processing (step S170) of a motor MG 1, control processing (step S171) of a motor MG 2, and control processing (step S172) of an engine 150 are performed. On account of illustration, although each control processing of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 was indicated as a separate step, these control is performed synthetically in fact. For example, while control CPU 190 performs control of a motor MG 1 and a motor MG 2 to coincidence using interruption processing, directions are transmitted to EFIECU170 by communication link, and EFIECU170 is made to also perform control of an engine 150 to coincidence.

[0087] Control processing (step S170 of drawing 11) of a motor MG 1 is made by the control routine of the motor MG 1 illustrated to drawing 14. If this routine is performed, control CPU 190 will perform first processing which inputs angle-of-rotation  $\theta$  of the sun gear shaft 125 from a resolver 139 (step S180), then will perform processing which detects the currents  $I_{u1}$  and  $I_{v1}$  which are flowing to U phase and V phase of the three phase coil 134 of a motor MG 1 with the current detector 195,196 (step S182). Although the current is flowing to the three phase of U, V, and W, since the total is zero, it is sufficient if the current which flows to two phases is measured. In this way, coordinate transformation (three phase → two phase-number conversion) is performed using the current of the obtained three phase (step S184). Coordinate transformation is changing into the current value of d shaft of the synchronous motor of a permanent-magnet type, and q shaft, and is performed by calculating a degree type (7).

[0088]

[Equation 5]

$$\begin{bmatrix} I_{d1} \\ I_{q1} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) & \sin \theta_s \\ -\cos(\theta_s - 120) & \cos \theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{u1} \\ I_{v1} \end{bmatrix} \quad \dots\dots (7)$$

[0089] Coordinate transformation is performed in the synchronous motor of a permanent-magnet type here because it is an amount with the current of d shaft and q shaft essential when controlling torque. It is also possible to control from the first with a three phase. Next, after changing into a biaxial current value, processing which asks for current command value  $I_{d1}^*$  of each shaft searched for from torque command value  $T_{m1}^*$  in a motor MG 1,  $I_{q1}^*$ , the currents  $I_{d1}$  and  $I_{q1}$  that actually flowed on each shaft, and deflection, and calculates the electrical-potential-difference command values  $V_{d1}$  and  $V_{q1}$  of each shaft is

performed (step S186). That is, the following formulas (8) are calculated first and then a degree type (9) is calculated.

[0090]

[Equation 6]

$$\Delta Id1 = Id1^* - Id1$$

$$\Delta Iq1 = Iq1^* - Iq1 \quad \dots\dots (8)$$

$$Vd1 = Kp1 \cdot \Delta Id1 + \Sigma Ki1 \cdot \Delta Id1$$

$$Vq1 = Kp2 \cdot \Delta Iq1 + \Sigma Ki2 \cdot \Delta Iq1 \quad \dots\dots (9)$$

[0091] Here, Kp1, Kp2, Ki1, and Ki2 are multipliers respectively. These multipliers are adjusted so that the property of the motor to apply may be suited. In addition, the electrical-potential-difference command values Vd1 and Vq1 are calculated from the part (the 1st term of the upper type (9) right-hand side) proportional to deflection  $\Delta I$  with current command value  $I^*$ , and an accumulated part (the 2nd term of the right-hand side) of the past of  $i$  batch of deflection  $\Delta I$ . Then, coordinate transformation (two phase  $\rightarrow$  three phase-number conversion) equivalent to the inverse transformation of the conversion which performed the electrical-potential-difference command value calculated in this way at step S184 is performed (step S188), and processing which asks for the electrical potential differences Vu1, Vv1, and Vw1 actually impressed to the three phase coil 134 is performed. It asks for each electrical potential difference by the degree type (10).

[0092]

[Equation 7]

$$\begin{bmatrix} Vu1 \\ Vv1 \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos (\theta_s - 120) & -\sin (\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vd1 \\ Vq1 \end{bmatrix}$$

$$Vw1 = -Vu1 - Vv1 \quad \dots\dots (10)$$

[0093] Since actual armature-voltage control is made by the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 191 thru/or the on-off time amount of Tr6, it carries out PWM control of each transistor Tr1 thru/or the ON time amount of Tr6 so that it may become each electrical-potential-difference command value calculated by the formula (10) (step S189).

[0094] If the sense of the torque [ in / for the sign of torque command value Tm1\* of a motor MG 1 / the nomograph of drawing 5 or drawing 6 ] Tm1 is made forward here Even if torque command value Tm1\* of the same forward value is set up, when the sense on which torque command value Tm1\* acts like the condition of the nomograph of drawing 5 differs from the sense of rotation of the sun gear shaft 125, regenerative control is made, and power running control is made like the condition of the nomograph of drawing 6 at the time of the same direction. However, since power running control of a motor MG 1 and regenerative control control the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6 so that forward torque acts on the sun gear shaft 125 by the permanent magnet 135 attached in the peripheral face of Rota 132, and the rotating magnetic field produced according to the current which flows in the three phase coil 134 if torque command value Tm1\* is forward, they turn into the same switching control. That is, if the sign of torque command value Tm1\* is the same, even if control of a motor MG 1 is regenerative control and it is power running control, it will become the same switching control. Therefore, all of the regenerative control and power running control by control processing of the motor MG 1 of drawing 14 can be performed. Moreover, since the direction of change of angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 read at step S180 only becomes reverse when torque command value Tm1\* is negative, control processing of the motor MG 1 of drawing 14 can also perform control at this time.

[0095] Next, control processing (step S171 of drawing 11) of a motor MG 2 is explained based on the control routine of the motor MG 2 illustrated to drawing 15. control processing of a motor MG 2 — control processing of a motor MG 1 — it replaces with torque command value Tm1\* and angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 inside, and is completely the same as that of control processing of a motor MG 1 except for the point using torque command value Tm2\* and angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126. Namely, angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 is detected using a resolver 149 (step S190). Then, each phase current of a motor MG 2 is detected using the current detector 197,198 (step S192). Then, the operation of coordinate transformation (step S194) and the electrical-potential-difference command values Vd2 and Vq2 is performed (step S196). Furthermore, backseat label conversion (step S198) of an electrical-potential-difference command value is performed, the transistor Tr11 of the 2nd drive circuit 192 of a motor MG 2 thru/or the on-off control time amount of Tr16 are found, and PWM control is performed (step S199).

[0096] Although power running control of the motor MG 2 is carried out by the sense of torque command value Tm2\*, and the sense of rotation of the ring wheel shaft 126 here or regenerative control is carried out, both power running control and regenerative control can be performed by control processing of the motor MG 2 of drawing 15 like a motor MG 1. In addition, in the example, the sign of torque command value Tm2\* of a motor MG 2 made forward the sense of the torque Tm2 at the time of the condition of the nomograph of drawing 5.

[0097] Next, control processing (step S172 of <A HREF="/Tokujitu/tjitemdrw.ipdl?N0000=237&N0500=1 E\_N/;?6===? 9:///&N0001=408&N0552=9&N 0553= 000027" TARGET="tjitemdrw"> drawing 11 ) of an engine 150 is explained. Torque Te and a rotational frequency Ne are controlled so that an engine 150 will be in a steady operation condition on the operation point of target torque Te\* set up at step S152 of drawing 11, and target rotational frequency Ne\*. Directions are transmitted to EFIECU170 by communication link from control CPU 190, and the opening of the fuel oil consumption from a fuel injection valve 151 or a throttle valve 166 is specifically fluctuated, and it adjusts gradually so that the output torque of an engine 150 may become target torque Te\* and a rotational frequency may become target rotational frequency Ne\*. In addition, although later mentioned by step S162 of the usual operation torque control routine of drawing 11 thru/or processing of S172, since the rotational frequency Ne of an engine 150 is performed by control of the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 by the motor MG 1, it serves as control which makes torque Te of an engine 150 target torque Te\* by control of an engine 150.

[0098] Next, processing (step S162 thru/or processing of S172) when the energy Pr which should be outputted to the ring wheel

shaft 126 at step S150 of the usual operation torque control routine of drawing 11, and the last energy  $Pr$  are judged to be the same is explained. At this time, control CPU 190 performs first processing which inputs the rotational frequency  $Ns$  of the sun gear shaft 125 (step S162). Next, while computing target engine-speed  $Ns^*$  of the ring wheel shaft 126 by the top type (2) and the same formula (11) based on target engine-speed  $Ne^*$  of an engine 150 (step S164), deflection  $**Ns$  of the engine speed  $Ns$  of the read ring wheel shaft 126 and target engine-speed  $Ns^*$  for which it asked by count is computed (step S166). And it asks for torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 by the formula (12) (step S168). In addition,  $Km1$  in a formula (12) is control gain.

[0099]

[Equation 8]

$$Ns^* \leftarrow Nr - (Nr - Ne^*) \times \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots\dots (11)$$

$$Tm1^* \leftarrow \text{前回 } Tm1^* + Km1 \cdot \Delta Ns \quad \dots\dots (12)$$

[0100] In this way, a setup of torque command value  $Tm1^*$  performs each control processing of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 (step S170 thru/or S172). Here, except torque command value  $Tm1^*$  set up at step S168 among each set point used for each control processing, when this routine is performed last time, what was set up at steps S152 and S156 based on this energy  $Pr$  and the energy  $Pr$  of the same value is used.

[0101] Step S162 thru/or processing of S172 serve as feedback control which makes the engine speed  $Ns$  of the sun gear shaft 125 in agreement with target engine-speed  $Ns^*$ . The engine speed  $Ne$  of an engine 150 is controlled by the example by controlling the engine speed  $Ns$  of such a sun gear shaft 125. As explained using drawing 5 and drawing 6, if planetary gear 120 determine any two rotational frequencies among the rotational frequencies of the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and the planetary carrier 124, a residual rotational frequency will become settled based on these. Since the engine speed  $Nr$  of the ring wheel shaft 126 mechanically connected to the driving wheel 116,118 is given as an input value, if the engine speed  $Ns$  of the sun gear shaft 125 or the engine speed  $Ne$  of an engine 150 is controlled, the rotation condition of three shafts of planetary gear 120 will become settled. What is necessary is now, just to control the engine speed  $Ne$  of an engine 150, since he wants to operate an engine 150 on the efficient operation point of target torque  $Te^*$  and target engine-speed  $Ne^*$ . In this case, although there is also the technique of controlling the opening and fuel oil consumption of a throttle valve 166 as the technique of controlling the engine speed  $Ne$  of an engine 150, it is necessary to control the torque  $Te$  of an engine 150 to coincidence at target torque  $Te^*$ , and control will become difficult. On the other hand, the revolving speed control of a motor MG 1 can perform the rotational frequency  $Ns$  of the sun gear shaft 125 easily and with high precision. Therefore, in the example, control of the rotational frequency  $Ns$  of the sun gear shaft 125 by the motor MG 1 performs control of the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150.

[0102] According to operation torque control processing, if torque conversion of the power which was explained above and which was outputted from the engine 150 is carried out at desired power by planetary gear 120, the motor MG 1, and the motor MG 2 and it is in the ring wheel shaft 126 a total, it can usually output to a driving wheel 116,118. And if the energy  $Pe$  of the operation point (a rotational frequency  $Ne$  and torque  $Te$ ) of an engine 150 outputted is the same as the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126, since it is good as any operation points, it can operate an engine 150 on the more efficient operation point. Consequently, effectiveness of the whole equipment can be made high. Moreover, the engine speed  $Ne$  of an engine 150 is controllable to target engine-speed  $Ne^*$  by controlling the engine speed  $Ns$  of the ring wheel shaft 126 by the motor MG 1 to target engine-speed  $Ns^*$ .

[0103] Although feedback control was carried out in the power output unit 110 of an example so that the engine speed  $Ns$  of the sun gear shaft 125 might become target engine-speed  $Ns^*$  by the motor MG 1 when the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 was the same as the last energy  $Pr$ , it is good also as what does not perform such feedback control. In the power output unit 110 of an example, moreover, target torque  $Te^*$  of an engine 150, and target rotational frequency  $Ne^*$  Although set up using the map from which an engine 150 is operated in the condition that effectiveness is high as much as possible, to the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126, and the operational status of an engine 150 changes smoothly to change of Energy  $Pr$ . Are good also as what is set up using the map which memorizes the discontinuous operation point from which the operational status of an engine 150 does not change smoothly to change of Energy  $Pr$  although an engine 150 is operated in the condition that effectiveness is high as much as possible. It is good also as what is set up using the map which memorizes the various operation points, such as the operation point with which an engine 150 becomes good [ emission ] as much as possible, and the operation point with which an engine 150 becomes as quiet as possible.

[0104] (5) Explain motor driving torque control processing, next the motor driving torque control processing in step S120 of drawing 7 based on the motor driving torque control routine of drawing 16. This routine is performed when the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 at steps S142 and S144 of drawing 9 is judged that the rotational frequency  $Nr$  of the ring wheel shaft 126 is smaller than the predetermined rotational frequency  $NML$  smaller than the predetermined energy  $PML$ .

[0105] When this routine is performed, first the control CPU 190 of a control unit 180 While setting a value 0 as torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 (step S2000) Torque command value  $Tr^*$  is set as torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 (step S202), and each control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 is performed to it using each set-up command value (steps S204 and S206). Here, since torque command value  $Tm1^*$  is a value 0, control of the motor MG 1 of step S204 turns into control which makes an OFF state all the transistors  $Tr1$  of the 1st drive circuit 191 thru/or  $Tr(s)6$ . Then, control which suspends operation of an engine 150 is performed (step S208). In addition, the nomograph in motor driving torque control processing comes to be shown in drawing 17.

[0106] According to motor driving torque control processing in which it explained above, it is stopped and operation of an engine 150 can output only the power outputted from a motor MG 2 to the ring wheel shaft 126. Namely, as a car drive, it is in the electric vehicle condition.

[0107] In addition, this motor driving torque control processing has the energy  $Pr$  smaller than the predetermined energy  $PML$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 at steps S142 and S144 of drawing 9, as mentioned above. And although it shall perform when it is judged that the rotational frequency  $Nr$  of the ring wheel shaft 126 is smaller than the predetermined



rotational frequency NML It is good also as what performs motor driving torque control processing irrespective of the rotational frequency Nr of the energy Pr which should be outputted to such a ring wheel shaft 126, and the ring wheel shaft 126. For example, it is good also as a configuration performed when an operator receives a command from the operational switch which is not illustrated. As the drive condition it runs only by the motor on this car was beforehand established for the selectable switch in detail, when that switch is operated by the operator also as that of the request of noise regulation and emission control, it considers as the configuration with which this motor driving torque control processing is performed.

[0108] (6) Explain other torque control processings next the charge-and-discharge torque control processing in step S114 of drawing 7, the power assistant torque control processing in step S116, and the lock-up torque control processing in step S118. Since these torque control processing is not directly related to the summary of this invention, it is stopped to easy explanation here.

[0109] In the charge-and-discharge torque control processing in step S114, when the remaining capacity BRM of a dc-battery 194 is judged that a dc-battery 194 needs to be charged under with the threshold BL, processing which charges a dc-battery 194 with this dump power is performed by making larger than the power consumed by the motor MG 1 or the motor MG 2 power revived by the motor MG 1 or the motor MG 2. On the other hand, the remaining capacity BRM of a dc-battery 194 is larger than a threshold BH, and when it is judged that a dc-battery 194 needs to be discharged, processing which provides this insufficient power by discharge from a dc-battery 194 is performed by making smaller than the power consumed by the motor MG 1 or the motor MG 2 power revived by the motor MG 1 or the motor MG 2. These results, it can consider as the range of a request of the remaining capacity BRM of a dc-battery 194, and the overdischarge and overcharge of a dc-battery 194 can be avoided. From the first, like the usual operation torque control of step S112, if the power of a request with an engine 150, planetary gear 120, a motor MG 1, a motor MG 2, and a dc-battery 194 is in the ring wheel shaft 126 a total, it can be outputted to a driving wheel 116,118.

[0110] In the power assistant torque control processing in step S116, processing which adds the electrical energy stored in the dc-battery 194 as assistant power to the power outputted from the engine 150 is performed. Thereby, if the energy more than engine maximum energy is in the ring wheel shaft 126 a total, it can be outputted to a driving wheel 116,118. Consequently, the low engine 150 of the rated capacity which makes maximum energy smaller than the energy which should be outputted to the ring wheel shaft 126 can be used, and a miniaturization and energy saving of the whole equipment can be attained.

[0111] In the lock-up torque control processing in step S118, by carrying out the lock-up of the motor MG 1, it can fix so that the sun gear shaft 125 may not rotate, and the power outputted from an engine 150 can be direct outputted to the ring wheel shaft 126 through gear ratio.

[0112] According to the power output unit 110, by performing each torque control processing mentioned above, efficiently, if it is in the ring wheel shaft 126 a total, power can be outputted to a driving wheel 116,118. Moreover, the power outputted to the ring wheel shaft 126 can be taken out from between a motor MG 1 and motors MG 2, and it can transmit to a driving wheel 116,118.

[0113] Furthermore, in the power output unit 110, when the engine 150 has stopped in addition to the operation control which performs each torque control processing, engine starting control which puts an engine 150 into operation in response to the starting demand of an engine 150 is performed.

[0114] (7) Explain engine starting control based on the engine starting control routine shown in drawing 18 and drawing 19 below engine starting control. In addition, this engine starting control routine is repeatedly performed for every predetermined time by interruption at the time of the activation of an operation control routine shown in drawing 7. If an engine starting control routine is performed, the control CPU 190 of a control device 180 will input engine information from EFIECU170 first (step S210). Specifically, processing which receives a coolant temperature sensor 174, the various sensors of the engine 150 circumference of engine-speed sensor 176 grade, and the detection result of a switch by communication link from EFIECU170 is performed. Subsequently, it judges whether a setup in motor drive mode is made (step S211). It is judging whether in motor drive mode, a car is running under the power outputted from a motor MG 2 where the judgment of whether motor driving torque control is made at step S120 in an operation control routine by being set up at step S144 of an operation mode judging manipulation routine mentioned above, and judging whether this setup is made, i.e., operation of an engine 150, is stopped.

[0115] Subsequently, it judges whether control CPU 190 has the demand which puts an engine 150 into operation (step S212). This judgment reads the operation situation of a car, when it judges with an engine 150 needing to be operated, in view of that operation situation, may judge it as a thing with the starting demand of an engine 150, and may judge it as what has the starting demand of an engine 150 according to the control command from the outside. In the case of the former, the energy Pr which should be outputted to the ring wheel shaft 126 in the time of moderation of a car etc. is smaller than the predetermined energy PML. And after the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 became smaller than the predetermined rotational frequency NML and has shifted to motor drive mode When an operator breaks in an accelerator pedal 164 and demands acceleration, control CPU 190 is judged to be what has the starting demand of an engine 150 from the demand of the above-mentioned acceleration. Moreover, also when the amount of residues of a dc-battery 194 is insufficient and the need for dc-battery charge arises, control CPU 190 can also be considered as the configuration judged to be what has the starting demand of an engine 150 from the demand of the above-mentioned acceleration.

[0116] When the switch which chooses the drive condition it runs only by the motor in the case of the latter is operated by the operator, the shift to motor drive mode is made and this switch is canceled, control CPU 190 is judged to be what has the starting demand of an engine 150 from this discharge command.

[0117] step S210 and step S212 — when both affirmation judgments are carried out, processing is advanced to continuing step S213. On the other hand, when the negative judging of either step S211 and step S212 is carried out, it escapes for a "return" and this processing is once ended.

[0118] If processing progresses to step S213, idle rpm nickel (for example, 800 [rpm]) made into the target at the time of starting of an engine 150 and the air content Qi required to maintain the idle rpm nickel will be computed from the engine information inputted at step S210. The amount of electric load amendments set to a detail when the switch of auxiliary machinery, such as the amount of warming-up amendments based on the detection result of a coolant temperature sensor 174 and a head lamp, is made into an ON state is considered, idle rpm nickel at the time of the optimal starting for the present condition that the engine 150 has set is calculated, and the need air content Qi is further computed from the idle rpm nickel. In addition, in case the need air content Qi is computed, it is good also as a configuration for which it asks using the detection result of an intake temperature sensor in addition to idle rpm nickel, and according to this configuration, in consideration of the air density which changes with air temperature, the highly precise need air content Qi can be calculated.

[0119] Then, the control CPU 190 of a control device 180 performs processing which sets up the need air content Qi which

asked target-intake-air-flow  $Q^*$  for idle rpm nickel for which target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150 was asked at step S213 at step S213, respectively (step S214). Subsequently, processing which sets up torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 and torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2, respectively is performed (steps S216 and S218). It explains using a nomograph as what kind of value these torque command value  $Tm1^*$  and  $Tm2^*$  are set.

[0120] It is indicated to drawing 17 that the nomograph at the time of motor drive mode was mentioned above. What is necessary is just to shift to the condition which shows in drawing 20 from the condition shown in drawing 17 first, in order to put an engine 150 into operation in this engine starting control. Namely, since the rotational frequency  $Nr$  of the ring wheel shaft 126 mechanically connected to the driving wheel 116,118 is fixed at the time of motor drive mode, it should just shift the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 to target rotational frequency  $Ne^*$  (= idle rpm nickel) set up at step S214 by fixing the rotational frequency  $Nr$  of this ring wheel shaft 126, and accelerating the rotational frequency  $Ns$  of the sun gear shaft 125 to a normal rotation side.

[0121] In order to carry out motoring of the engine 150 with idle rpm nickel, it is necessary to make the torque (cranking torque)  $Tec$  for rotating the output shaft (crankshaft 156) of an engine 150 with the idle rpm nickel act on an axis of coordinates C. However, since an engine 150 is a idle state, it cannot carry out the direct action of the torque to an axis of coordinates C. Then, since it is separable into the torque  $Tecs$  on an axis of coordinates S, and the torque  $Tecr$  on an axis of coordinates R, it is made for the torque [ the torque ]  $Tec$  to make it acting on this axis of coordinates C to make these torque  $Tecs$  and  $Tecr$  act on an axis of coordinates S and an axis of coordinates R, respectively by the technique of separation of the force to the line of action with which the sense is the same with line of action and differs. The magnitude of Torque  $Tecs$  and  $Tecr$  is expressed by a degree type (13) and (14) at this time.

[0122]

[Equation 9]

$$Tecs = Tec \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (13)$$

$$Tecr = Tec \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (14)$$

[0123] In addition, the above-mentioned cranking torque  $Tec$  becomes settled with the structure of an engine 150, cylinder capacity, the viscosity of a lubricating oil, etc., and the value beforehand calculated by count is used for it. Although the structure of an engine 150 and cylinder capacity are the things of engine 150 proper and are fixed, since lubricating oil viscosity is sharply changed with temperature, it is desirable to search for the cranking torque  $Tec$  as a value changed according to the water temperature detected by the coolant temperature sensor 174.

[0124] While control CPU 190 is step S216, and it computes torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 by the degree type (15) based on the above-mentioned torque  $Tecs$  an operation is carried out [ torque ] and setting it up from such a thing At the time of motor drive mode, based on the torque  $Tm2$  (=  $Tr^*$ ) which is acting on an axis of coordinates R, and the above-mentioned torque  $Tecr$  which carries out an operation, torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 is computed by the degree type (16), and is set up at step S218.

[0125]

[Equation 10]

$$Tm1^* \leftarrow Tec \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (15)$$

$$Tm2^* \leftarrow Tr^* + Tec \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (16)$$

[0126] Torque command value  $Tr^*$  in a formula (16) is the newest value calculated at step S104 of the operation control routine of drawing 7. In this way, after setting up torque command value  $Tm1^*$  of target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150, target-intake-air-flow  $Q^*$ , a motor MG 1, and a motor MG 2, and  $Tm2^*$ , control processing (step S220) of a motor MG 1 and control processing (step S222) of a motor MG 2 are performed. As control processing of this motor MG 1 was mentioned above, it is made by the control routine of the motor MG 1 illustrated to drawing 14, and control processing of a motor MG 2 is made by the control routine of the motor MG 2 illustrated to drawing 15 as mentioned above. In addition, on account of illustration, although each control processing of a motor MG 1 and a motor MG 2 was indicated as a separate step, these control is performed synthetically in fact. For example, [0127] to which control CPU 190 performs control of a motor MG 1 and a motor MG 2 to coincidence using interruption processing Motoring of the engine 150 is carried out with idle rpm nickel as a result of step S220 and processing of S222. In addition, since it is set as the value which deducted a part for the torque  $Tecr$  made to act on an axis of coordinates R in case torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 carries out motoring operation of the engine 150 at this time, torque fluctuation of the driving shaft at the time of motoring can be prevented.

[0128] Then, by moving to control processing of an engine 150 and performing idle speed control (referred to as ISC) first, the inhalation air content of an engine 150 is adjusted and the rotational frequency of an engine 150 is stabilized to idle rpm nickel which carried out [ above-mentioned ] control (step S224). It is outputting the driving signal of a controlled variable based on target-intake-air-flow  $Q^*$  set to the detail at step S214 to ISCV167a, and the opening of ISCV167a is adjusted and the inhalation air content of an engine 150 is changed into the need air content  $Qi$ .

[0129] At continuing step S226, if the rotational frequency  $Ne$  of the actual engine 150 judges whether it is larger than target rotational frequency  $Ne^*$  set up at step S214, i.e., idle rpm nickel calculated at step S213, and it judges that it is not large, control processing of return and a motor MG 1 will be continued to step S220. Moreover, if it judges whether it is smaller than continuing permission variation  $**Q_{max}$  as which variation  $**Q$  of the inhalation air content of predetermined time was beforehand determined at step S228 and is judged with it not being small, control processing of return and a motor MG 1 will be continued to step S220. On the other hand, it is judged with the actual rotational frequency  $Ne$  being larger than target rotational frequency  $Ne^*$  at step S226. At step S228 If it judges that variation  $**Q$  of an inhalation air content is smaller than permission variation  $**Q_{max}$  It is judged that both the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 and the inhalation air content  $Q$  were stabilized in the value of target rotational frequency  $Ne^*$  and target-intake-air-flow  $Q^*$ . Activation initiation of the fuel-injection



control and the ignition timing control which outputs a driving signal to a fuel injection valve 151 or an ignitor 158 is carried out, and starting of an engine 150 is started (step S230).

[0130] According to above-mentioned target rotational frequency  $Ne^*$  and target-intake-air-flow  $Q^*$ , i.e., idle rpm nickel and the need air content  $Q_i$  computed at step S213, fuel oil consumption and ignition timing are called for, and this fuel-injection control and ignition timing control are performed. Specifically directions are transmitted to EFIECU170 by communication link from control CPU 190, the ignition timing by the fuel oil consumption and the ignitor 158 from a fuel injection valve 151 is calculated from the above-mentioned idle rpm nickel and the need air content  $Q_i$ , and fuel-injection control and ignition timing control of an engine 150 are performed.

[0131] If starting of an engine 150 is started, after that, it will move from processing to step S232 of drawing 19, and the control CPU 190 of a control device 180 will do the activity which removes the torque  $Tecs$  and  $Tecr$  added on the axis of coordinates  $S$  and the axis of coordinates  $R$  for starting of an engine 150, respectively. namely, the value 0 which is the result of deducting Torque  $Tecs$  to torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 — setting up (step S232) — torque command value  $Tr^*$  which is the result of deducting Torque  $Tecr$  is set as torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 (step S234), and each control of a motor MG 1 and a motor MG 2 performs to it using each set-up command value (steps S236 and S238). Each control of this motor MG 1 and a motor MG 2 is performed based on the control routine mentioned above.

[0132] Then, control processing of an engine 150 is performed (step S240). Here, target rotational frequency  $Ne^*$  and target-intake-air-flow  $Q^*$  are controlled so that an engine 150 is operated steadily on the operation point of target rotational frequency  $Ne^*$  set up at step S214, and target-intake-air-flow  $Q^*$ , i.e., an idle state. Specifically directions are transmitted to EFIECU170 by communication link from control CPU 190, the fuel oil consumption from a fuel injection valve 151 and the opening of ISCV167a are fluctuated, and, as for the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150, idle rpm nickel and the inhalation air content  $Q$  stabilize an engine 150 in the idle state used as the need inspired air volume  $Q_i$ .

[0133] It comes to illustrate the nomograph in the planetary gear 120 when finishing control of the motor MG 1 of step S236, control of the motor MG 2 of step S238, and control of the engine 150 of step S240 to drawing 21. While making torque  $Tm2$  act on an axis of coordinates  $R$  as shown in drawing 21, the torque made to act on the torque  $Te$  of the engine 150 made to act on an axis of coordinates  $C$  and an axis of coordinates  $S$  serves as a value 0. Consequently, at the rotational frequency of idle rpm nickel, an engine 150 will be stabilized and will be operated. After activation of step S236, it escapes for a "return" and this processing is once ended.

[0134] The rotational frequency  $Ne$  at the time of starting of the engine 150 realized by the engine starting control routine constituted as mentioned above and aging of the inhalation air content  $Q$  were shown in drawing 22. The characteristic curve shown with a broken line in drawing 22 is a thing when putting an engine into operation by the conventional starter motor.

[0135] A rotation drive is carried out from the time of starting initiation by motors MG1 and MG2, and the engine 150 of this example arrives at the inside of a short time at idle rpm nickel which is the last purpose (time of day  $t_1$ ), and carries out stable transition in the condition so that it may illustrate. Moreover, it is clear that the inhalation air content  $Q$  changes in the same characteristic curve in response to the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150. And fuel-injection control and ignition timing control are performed in the stable state (condition to which the property shown by this drawing 22 reached the steady state) from which a rotational frequency  $Ne$  serves as idle rpm nickel, and variation  $ΔQ$  of an inhalation air content is set to permission variation  $ΔQ_{max}$ .

[0136] On the other hand, according to the conventional starting control by the starter motor, as a broken line shows among drawing, by the poor ability starter motor, an engine 150 drives by low-speed rotation unstably (motoring period in drawing), performs fuel-injection control and ignition timing control using the rotation drive, and is led to firing. And after own strength operation of an engine is completed by this firing, it returns to idle rpm nickel which is the last purpose.

[0137] According to this 1st example, the rotational frequency  $Ne$  at the time of starting of an engine 150 and the stability of the inhalation air content  $Q$  are remarkable, and the control precision whose fuel-injection control and ignition timing control which are performed by such a stable rotational frequency  $Ne$  and the stable inhalation air content  $Q$  are those control objectives is easily secured so that clearly from both characteristic curve shown in drawing 22. Therefore, discharge of the emission at the time of starting of an engine 150 can be reduced, and low-pollution-ization which is one of the purposes of a hybrid car can be realized. Moreover, since the control precision of fuel-injection control and ignition timing control is excellent, there is no fluctuation of the torque outputted from an engine 150. Consequently, since there is also no torque fluctuation about the driving shaft 112 mechanically connected with an engine 150, a car shock can be controlled.

[0138] 2. Explain to 2nd example (1) hardware style Shigeji the power output unit which is the 2nd example of this invention. As compared with the power output unit 110 of the 1st example, the configuration of the engine starting control performed by the control CPU 190 of a control device 180 is different, and the power output unit of this 2nd example is equipped with the same configuration about other software configurations and hardware configurations. Therefore, about the same configuration as the 1st example, the following explanation will be performed using the same sign.

[0139] (2) Explain engine starting control based on the engine starting control routine shown in drawing 23 and drawing 24 below engine starting control. In addition, this engine starting control routine is repeatedly performed for every predetermined time by interruption at the time of the activation of an operation control routine shown in drawing 7 of the 1st example. If an engine starting control routine is performed, the control CPU 190 of a control device 180 will first perform step S210 of the engine starting control routine (drawing 18) of the 1st example thru/or the same processing as S212. That is, engine information is inputted from EFIECU170 (step S310), and, subsequently it judges whether there is any demand which puts an engine 150 into operation to be the judgment (step S311) of whether a setup in motor drive mode is made (step S312).

[0140] step S310 and step S312 — when both affirmation judgments are carried out, processing is advanced to continuing step S313. On the other hand, when the negative judging of either step S311 and step S312 is carried out, it escapes for a "return" and this processing is once ended.

[0141] At step S313, processing which sets up target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target rotational frequency  $Ne^*$  is performed. It asks for this target torque  $Te^*$  and target rotational frequency  $Ne^*$  as follows in detail.

[0142] In this calculation, the accelerator pedal position  $AP$  of the accelerator pedal 164 operated by the operator is read. Torque command value  $Tr^*$  which is the desired value of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 according to the accelerator pedal position  $AP$  is drawn. Although it is necessary to search for the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 by count ( $Pr=Tr^* \times Nr$ ) from the torque command value  $Tr^*$  and the rotational frequency  $Nr$  of the read ring wheel shaft 126 will end, if the output energy  $Pr$  calculated at step 106 of an operation control routine shown in drawing 7 is used as it is. Therefore, at step S313, target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target rotational frequency

Ne\* are set up based on the output energy Pr. This setup is usually performed by the same approach as step S152 of an operation torque control routine shown in drawing 11. Consequently, target torque Te\* and target engine-speed Ne\* which are obtained are the torque value and the engine speed from which an engine 150 is operated in the condition that effectiveness is high as much as possible, to the output energy Pr, and the operational status of an engine 150 changes smoothly to change of Energy Pr.

[0143] In addition, although a setup with target torque Te\* and target rotational frequency Ne\* was performed at step S313 as what outputs all of the output energy Pr calculated at step S106 to the ring wheel shaft 126 It is good also as a configuration which performs a setup with target torque Te\* and target rotational frequency Ne\* as what uses a part for the remainder for charge of a dc-battery 194 for the output of the ring wheel shaft 126 using a part of output energy Pr which changed to this and was calculated at step S106. In this case, the relation between target torque Te\* of Energy Pr and the charge energy Pb of a dc-battery 194 which should be outputted, and an engine 150, and target rotational frequency Ne\* becomes  $Pr+Pb=Te* \times Ne*$ , and target torque Te\* of an engine 150 and target rotational frequency Ne\* which satisfy this relation are set up.

[0144] Moreover, it is good also as a configuration which outputs total with the output energy Pr calculated at step S106, and the energy Pb which discharges from a dc-battery 194 to the ring wheel shaft 126. In this case, the relation with target torque Te\* of Energy Pr, the spark discharge energy Pb of a dc-battery 194, and an engine 150 and target rotational frequency Ne\* which should be outputted becomes  $Pr-Pb=Te* \times Ne*$ , and target torque Te\* of an engine 150 and target rotational frequency Ne\* which satisfy this relation are set up.

[0145] After finishing a setup of target torque Te\* and target engine-speed Ne\*, an engine 150 does the activity which torque makes put an engine 150 into operation so that it may be in 0 or about zero operational status by the set-up target engine-speed Ne\* by processing after step S314 continuing.

[0146] In detail, it is step S314, and first, target torque Te\* set up at step S313 is once evacuated to the variable of another identifier, for example, working target torque WTe\*, and a value 0 is set as target torque Te\* after that. Then, an engine 150 asks for throttle-valve opening thettaa from which torque will be in target torque Te\*, 0 [ i.e., ], or about zero operational status by above-mentioned target rotational frequency Ne\*, fuel oil consumption tau, and ignition timing phi (step S315). Here, it asks for the relation between target engine-speed Ne\*, throttle-valve opening thettaa, fuel oil consumption tau, and ignition timing phi by experiment etc., this is beforehand memorized as a map to ROM190b, and it is desirable to consider as the configuration which derives throttle-valve opening thettaa corresponding to the value of target engine-speed Ne\* set up at step S313, fuel oil consumption tau, and ignition timing phi from this map.

[0147] Then, processing which sets up torque command value Tm1\* of a motor MG 1 and torque command value Tm2\* of a motor MG 2, respectively is performed (steps S316 and S318). It explains using a nomograph as what kind of value these torque command value Tm1\* and Tm2\* are set.

[0148] It is indicated to drawing 17 that the 1st example explained the nomograph at the time of motor drive mode. What is necessary is just to shift to the condition which shows in drawing 25 from the condition shown in drawing 17 first, in order to put an engine 150 into operation in this engine starting control. Namely, since the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 mechanically connected to the driving wheel 116,118 is fixed at the time of motor drive mode, it should just shift the rotational frequency Ne of an engine 150 to target rotational frequency Ne\* set up at step S313 by fixing the rotational frequency Nr of this ring wheel shaft 126, and accelerating the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 to a normal rotation side.

[0149] In order to carry out motoring of the engine 150 by target engine-speed Ne\*, it is necessary to make the torque Ten of magnitude predetermined [ according to the target engine-speed Ne\* ] in the output shaft of an engine 150 act on an axis of coordinates C, as shown in drawing 25. However, since an engine 150 is a idle state, it cannot carry out the direct action of the torque to an axis of coordinates C. Then, since it is separable into the torque Tens on an axis of coordinates S, and the torque Tenr on an axis of coordinates R, it is made for the torque [ the torque ] Ten to make it acting on this axis of coordinates C to make these torque Tens and Tecr act on an axis of coordinates S and an axis of coordinates R, respectively by the technique of separation of the force to the line of action with which the sense is the same with line of action and differs. The magnitude of Torque Tens and Tecr is expressed by a degree type (17) and (18) at this time.

[0150]

[Equation 11]

$$Tens = Ten \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (17)$$

$$Tenr = Ten \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (18)$$

[0151] In addition, the above-mentioned torque Ten becomes settled with the structure of an engine 150, cylinder capacity, the viscosity of a lubricating oil, etc., and takes the value according to the value of the rotational frequency which an engine 150 wants to rotate. Here, the torque Ten according to target rotational frequency Ne\* is searched for by count from the structure of an engine 150, cylinder capacity, lubricating oil viscosity, etc., this is beforehand memorized as a map to ROM190b, and the torque Ten corresponding to the value of target rotational frequency Ne\* set up at step S313 is derived from this map. In addition, although the structure of an engine 150 and cylinder capacity are the things of engine 150 proper and are fixed, since lubricating oil viscosity is sharply changed with temperature, it is desirable [ viscosity ] to search for Torque Ten as a value changed according to the water temperature detected by the coolant temperature sensor 174.

[0152] While control CPU 190 is step S316, and it computes torque command value Tm1\* of a motor MG 1 by the degree type (19) based on the above-mentioned torque Tens an operation is carried out [ torque ] and setting it up from such a thing At the time of motor drive mode, based on the torque Tm2 (=Tr\*) which is acting on an axis of coordinates R, and the above-mentioned torque Tenr which carries out an operation, torque command value Tm2\* of a motor MG 2 is computed by the degree type (20), and is set up at step S318.

[0153]

[Equation 12]

$$Tm1* \leftarrow Ten \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (19)$$

$$Tm2* \leftarrow Ten \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (20)$$

[0154] Torque command value  $Tr^*$  in a formula (20) is the newest value calculated at step S104 of the operation control routine of drawing 7. In this way, after setting up torque command value  $Tm1^*$  of target torque  $Te^*$  of an engine 150, target rotational frequency  $Ne^*$ , a motor MG 1, and a motor MG 2, and  $Tm2^*$ , control processing (step S320) of a motor MG 1 and control processing (step S322) of a motor MG 2 are performed. Control processing of this motor MG 1 and a motor MG 2 is the same as steps S220 and S222 of the 1st example, and as mentioned above, it is made by the control routine of the motor MG 2 illustrated to the control routine and drawing 15 of a motor MG 1 which are illustrated to drawing 14.

[0155] Motoring of the engine 150 is carried out by target rotational frequency  $Ne^*$  as a result of step S320 and processing of S322. In addition, since it is set as the value which deducted a part for the torque  $Tenr$  made to act on an axis of coordinates R in case torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 carries out motoring operation of the engine 150 at this time, torque fluctuation of the driving shaft at the time of motoring can be prevented.

[0156] Then, by moving to control processing of an engine 150 and outputting first the driving signal of a controlled variable based on throttle-valve opening  $\theta_{ta}$  computed at step S315 to an actuator 168, the inhalation air content of an engine 150 is adjusted and the rotational frequency of an engine 150 is stabilized in above-mentioned target rotational frequency  $Ne^*$  (step S324).

[0157] Then, activation initiation of the fuel-injection control and the ignition timing control which outputs a driving signal to a fuel injection valve 151 or an ignitor 158 is carried out, and starting of an engine 150 is started noting that the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 is stabilized in the value of target rotational frequency  $Ne^*$  (step S330). Although control processing will be made according to the fuel oil consumption  $\tau$  and ignition timing  $\phi$  which computed this fuel-injection control and ignition timing control at step S315, directions are transmitted to EFIECU170 by communication link from control CPU 190, the ignition timing by the fuel oil consumption and the ignitor 158 from a fuel injection valve 151 is set from Above  $\tau$  and  $\phi$ , and, specifically, fuel-injection control and ignition timing control of an engine 150 are performed.

[0158] In addition, although starting of an engine 150 was immediately started at step S330 after that in this 2nd example noting that the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 was stabilized in the value of target rotational frequency  $Ne^*$  after revolving speed control was made at step S324. The processing which changes to this and judges whether the rotational frequency  $Ne$  of the actual engine 150 is larger than target rotational frequency  $Ne^*$  like steps S226 and S228 of the 1st example. After checking that the engine speed  $Ne$  and the inhalation air content  $Q$  have changed into the condition of having been stabilized certainly, by adding the processing which judges whether it is smaller than permission variation  $^{**}Q_{max}$  as which variation  $^{**}Q$  of the inhalation air content of predetermined time was determined beforehand, it is good also as a configuration which starts starting of an engine 150.

[0159] If starting of an engine 150 is started, after that, it will move from processing to step S332 of drawing 24, and the control CPU 190 of a control device 180 will do the activity which removes the torque  $Tens$  and  $Tecr$  added on the axis of coordinates S and the axis of coordinates R for starting of an engine 150, respectively. namely, the value 0 which is the result of deducting Torque  $Tens$  to torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 — setting up (step S332) — torque command value  $Tr^*$  which is the result of deducting Torque  $Tenr$  is set as torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 (step S334), and each control of a motor MG 1 and a motor MG 2 performs to it using each set-up command value (steps S336 and S338).

[0160] Then, control processing of an engine 150 is performed (step S340). Here, Torque  $Te$  and a rotational frequency  $Ne$  are controlled so that an engine 150 is operated steadily on the operation point of target torque  $Te^*$  ( $= 0$ ) set up at target rotational frequency  $Ne^*$  and step S314 which were set up at step S313. Directions are transmitted to EFIECU170 by communication link from control CPU 190, the fuel oil consumption from a fuel injection valve 151 and the opening of throttle-valve 166a are specifically fluctuated, and Torque  $Te$  is controlled by the value 0 so that a rotational frequency  $Ne$  maintains target rotational frequency  $Ne^*$ .

[0161] It comes to illustrate the nomograph in the planetary gear 120 when finishing control of the motor MG 1 of step S336, control of the motor MG 2 of step S338, and control of the engine 150 of step S340 to drawing 26. While making torque  $Tm2$  act on an axis of coordinates R as shown in drawing 26, the torque made to act on the torque  $Te$  of the engine 150 made to act on an axis of coordinates C and an axis of coordinates S serves as a value 0. Consequently, at the rotational frequency of target rotational frequency  $Ne^*$ , according to the operational status of a value 0, torque will be stabilized and will operate an engine 150.

[0162] After finishing activation of step S340, the activity which switches output-torque  $Te$  of an engine 150 to target torque  $Te^*$  set up at step S313 from the value 0 by the processing after step S342 of after that is done.

[0163] In detail, it is step S342 and processing to which only minute amount  $^{**}Te$  increments target torque  $Te^*$  is performed first. Subsequently, an engine 150 asks for throttle-valve opening  $\theta_{tab}$  from which torque will be in the operational status of target torque  $Te^*$  by above-mentioned target engine-speed  $Ne^*$  (step S344). Here, it asks for the relation between target engine-speed  $Ne^*$  and throttle-valve opening  $\theta_{ta}$  by experiment etc., this is beforehand memorized as a map to ROM190b, and it is desirable to consider as the configuration which derives throttle-valve opening  $\theta_{tab}$  corresponding to the value of target engine-speed  $Ne^*$  set up at step S313 from this map.

[0164] Then, processing which sets up torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 and torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2, respectively is performed (steps S346 and S348). It explains using a nomograph as what kind of value these torque command value  $Tm1^*$  and  $Tm2^*$  are set.

[0165] The nomograph in front of step S346 is shown in drawing 26. If output-torque  $Te$  of an engine 150 is switched to target torque  $Te^*$ , target torque  $Te^*$  will act on this drawn collinear of operation upwards from drawing Nakashita by making the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 into line of action. It comes to illustrate the nomograph at this time to drawing 27. Target torque  $Te^*$  made to act on this axis of coordinates C is separable into torque  $Te_s$  on an axis of coordinates S, and torque  $Te_r$  on an axis of coordinates R with the technique of separation of the force to the line of action with which the sense is the same with line of action and differs. The magnitude of torque  $Te_s$  and  $Te_r$  is expressed by a degree type (21) and (22) at

this time.

[0166]

[Equation 13]

$$Te*s = Te* \times \frac{p}{1+p} \quad \dots\dots (21)$$

$$Te*r = Te* \times \frac{1}{1+p} \quad \dots\dots (22)$$

[0167] In order for the collinear of operation to be stable in this condition, it is necessary to take balance of the force of a collinear of operation. Namely, magnitude is the same as torque  $Te*s$ , the torque  $Tm1$  with the opposite sense is made to act, magnitude is the same to resultant force with torque with the opposite sense, and torque  $Te*r$  on an axis of coordinates R in the same magnitude as the torque  $Tr$  outputted to the ring wheel shaft 126, and the sense should just make the opposite torque  $Tm2$  act on an axis of coordinates S. Although this torque  $Tm1$  acts by the motor MG 1 and torque  $Tm2$  is made to act by the motor MG 2, since torque is made to act on a rotational direction and the rotational reverse sense by the motor MG 1 at this time, a motor MG 1 will operate as a generator and revives electrical energy  $Pm1$  expressed with the product of torque  $Tm1$  and a rotational frequency  $Ns$  from the sun gear shaft 125. By the motor MG 2, since the direction of torque is the same as the direction of rotational, a motor MG 2 operates as a motor and is outputted to the ring wheel shaft 126 by making into power electrical energy  $Pm2$  expressed by the product of torque  $Tm2$  and a rotational frequency  $Nr$ .

[0168] While control CPU 190 is step S346, and it computes torque command value  $Tm1*$  of a motor MG 1 by the degree type (23) based on above-mentioned torque  $Te*s$  an operation is carried out [  $Te*s$  ] and setting it up from such a thing At the time of motor drive mode, based on the torque  $Tm2 (=Tr*)$  which is acting on an axis of coordinates R, and the above-mentioned torque  $Tenr$  which carries out an operation, torque command value  $Tm2*$  of a motor MG 2 is computed by the degree type (24), and is set up at step S348.

[0169]

[Equation 14]

$$Tm1* \leftarrow Te* \times \frac{p}{1+p} \quad \dots\dots (23)$$

$$Tm2* \leftarrow Tr* - Te* \times \frac{1}{1+p} \quad \dots\dots (24)$$

[0170] Then, each control of a motor MG 1 and a motor MG 2 is performed using each command value set up at steps S346 and S348 (steps S350 and S352), and control processing of an engine 150 is performed further (step S354). Torque  $Te$  and a rotational frequency  $Ne$  are controlled by step S354 so that an engine 150 is operated on the operation point of target torque  $Te*$  the quantity of was increased at target rotational frequency  $Ne*$  and step S342 which were set up at step S313. Directions are transmitted to EFIECU170 by communication link from control CPU 190, the fuel oil consumption from a fuel injection valve 151 and the opening of throttle-valve 166a are specifically fluctuated, and Torque  $Te$  is controlled by target torque  $Te*$  so that a rotational frequency  $Ne$  maintains target rotational frequency  $Ne*$ .

[0171] After control of an engine 150 is completed at step S354, subsequently target torque  $Te*$  judges whether working target torque  $WTe*$  set up at step S314 was reached (step S356). Here, if judged with target torque  $Te*$  having not reached  $WTe*$ , it will progress to step S342, only minute amount  $**Te$  will increase the quantity of target torque  $Te*$ , and step S344 thru/or processing of S354 will be repeated and performed.

[0172] processing is advanced to a "return" and processing of engine starting control is once ended noting that the activity of the switch to target torque  $Te*$  of output-torque  $Te$  of an engine 150 ends control CPU 190, when judged with it having been alike at step S356, and on the other hand target torque  $Te*$  having reached working target torque  $WTe*$ .

[0173] Aging, such as the engine speed  $Ne$  at the time of starting of the engine 150 realized by the engine starting control routine constituted as mentioned above, the throttle-valve opening  $\theta$ , the driving shaft engine speed  $Nr$ , output-torque  $Te$  of an engine 150, the existence of ignition, ignition timing (ignition angle)  $\phi$ , fuel oil consumption  $\tau$ , output-torque  $Te$  of an engine 150, the output torque  $Tm2$  of a motor MG 2, and the torque  $To$  of a driving shaft 112, was shown in drawing 28.

[0174] As shown in drawing 28, a rotation drive is carried out from the time of starting initiation (time of day  $t0$ ) by the motor MG 1 and the motor MG 2, and the engine 150 of this example arrives at the inside of a short time at target rotational frequency  $Ne*$  (time of day  $t1$ ), and carries out stable transition in the condition. Moreover, it is clear that the throttle-valve opening  $\theta$  changes similarly in response to the engine speed  $Ne$  of an engine 150. And output-torque  $Te$  of an engine 150 is performed by target engine-speed  $N*$ , and fuel-injection control and ignition timing control are performed for the engine speed  $Ne$  of an engine 150 in the state of a value 0.

[0175] Therefore, according to this 2nd example, at the time of starting of an engine 150, since there is also no torque fluctuation about the driving shaft 112 mechanically connected with an engine 150 since it is a value 0, output-torque  $Te$  of an engine 150 can control a car shock. In addition, the engine speed  $Ne$  immediately after starting and the stability of the throttle-valve opening  $\theta$  are remarkable, and the control precision whose fuel-injection control and ignition timing control which are performed by such a stable engine speed  $Ne$  and the stable throttle-valve opening  $\theta$  are the control objectives is secured easily. Therefore, discharge of the emission at the time of starting of an engine 150 can be reduced, and low-pollution-ization which is one of the purposes of a hybrid car can be realized.

[0176] Moreover, as shown in drawing 28, engine output-torque  $Te$  increases gradually after starting of an engine 150 (although it increased minute amount  $**Te$  every in practice, all over drawing, increase was shown in a straight line.), and the output torque  $Tm2$  of a motor MG 2 decreases gradually with it. At this time, the torque of the driving shaft 112 on which both engine output-torque  $Te$  and the output torque  $Tm2$  of a motor MG 2 act serves as a fixed value. Therefore, after engine starting, it faces switching a driving source to an engine 150 from motors MG1 and MG2, and driving force can be smoothly connected before and behind that.

[0177] 3. Although the power outputted to the ring wheel shaft 126 was taken out from between a motor MG 1 and motors MG 2

through the power fetch gear 128 combined with the ring wheel 122 in the 1st example of a modification, and the 2nd example, as shown in power output unit 110A which is the modification of drawing 29, it is good also as what extends and picks out the ring wheel shaft 126 from a case 119. Moreover, as shown in power output unit 110B which is the modification of drawing 30, you may arrange so that it may become the order of planetary gear 120, a motor MG 2, and a motor MG 1 from an engine 150 side. In this case, sun gear shaft 125B may not be hollow, and ring wheel shaft 126B needs to be taken as a hollow shaft. If it carries out like this, the power outputted to ring wheel shaft 126B can be taken out from between an engine 150 and motors MG 2.

[0178] Moreover, as shown in power output unit 110C which is the modification of drawing 31, while taking Rota 142 of a motor MG 2 to a crankshaft 156, it is good also as a configuration which changed arrangement with a motor MG 1 and a motor MG 2 so that it might become the order of a motor MG 2, planetary gear 120, and a motor MG 1 from an engine 150 side. It can ask for the power outputted and inputted in this case, i.e., each command value in each above-mentioned torque control, from a nomograph.

[0179] In the 1st example, the 2nd example, or these above-mentioned modifications (power output units 110A-110C) Although the motor MG 1 was combined with the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 was combined with the power transfer gear 111 which has a driving shaft 112 through the power fetch gear 128 while combining the crankshaft 156 with the planetary carrier 124 of planetary gear 120 A crankshaft 156, a motor MG 1, and the power transfer gear 111 may be combined in what kind of combination to three shafts of planetary gear 120. It can ask for the power outputted and inputted in this case, i.e., each command value in each above-mentioned torque control, easily from a nomograph.

[0180] In addition, although the engine speed  $N_e$  of an engine 150 shall be controlled by each above-mentioned example to target engine-speed  $N_e^*$  by controlling the engine speed  $N_s$  of the ring wheel shaft 126 by the motor MG 1 to target engine-speed  $N_s^*$ , it can also be concluded by controlling the engine speed  $N_s$  of the ring wheel shaft 126 by the motor MG 1 to target engine-speed  $N_s^*$  that the torque  $T_e$  of an engine 150 is controlled to target torque  $T_e^*$ . Torque  $T_e$  and the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 are because there is relative relation.

[0181] Furthermore, in each example, although PM form (permanent magnet form-ermanent Magnet type) synchronous motor was used for the motor MG-1 and the motor MG 2, if the both sides of regeneration actuation and a powering movement are possible, VR form (adjustable reluctance form; Variable Reluctance type) synchronous motor, a vernier motor, a direct current motor, an induction motor, a superconducting motor, a step motor, etc. can also be used.

[0182] Or in each example, although the transistor inverter was used as 1st and 2nd drive circuits 191,192, an IGBT (insulated-gate bipolar mode transistor; Insulated Gate Bipolar mode Transistor) inverter, a thyristor inverter, an electrical-potential-difference PWM (pulse-width-modulation-ulse Width Modulation) inverter, a square wave inverter (an electrical-potential-difference form inverter, current form inverter), a resonance inverter, etc. can also be used.

[0183] Moreover, as a dc-battery 194, although Pb dc-battery, a NiMH dc-battery, Li dc-battery, etc. can be used, it can replace with a dc-battery 194 and a capacitor can also be used.

[0184] 4. 3rd Example (1) Hardware Configuration [0185] The block diagram which illustrates the outline configuration of the car carrying the starting control unit whose drawing 32 is the 3rd example of this invention, and drawing 33 are the block diagram showing the engine EG carried in the car, and the outline configuration of the circumference of it, and a block diagram which illustrates an electric configuration of drawing 34 centering on the car controller CC.

[0186] This car (hybrid car) is equipped with the engine EG driven in response to supply of a fuel from the fuel tank which is not illustrated, and that output shaft is connected to the connection switching unit SW. The connection switching unit SW is connected with Generator G and Motor M, and rotation of the output shaft of Engine EG is transmitted to Generator G or Motor M side by the connection switching unit SW. In addition, the rotational-speed regulator V is formed between the connection switching unit SW and Motor M. Moreover, a differential gear DG is connected to the output shaft of Motor M, and the driving wheel AH of the car which is the final purpose is connected with it.

[0187] The connection switching unit SW is switching the connection direction of a revolving shaft to two locations according to the control signal from the car controller CC, and switching the connection switching unit SW, and transmits the output of Engine EG to Generator G and Motor M side alternatively. The rotational-speed regulator V is the gearing device in which the rotational frequency of a revolving shaft can be adjusted, according to the control signal from the car controller CC. The direct-current brushless motor constituted by the stator which consists of Rota which consists of a permanent magnet of six poles, for example, and a three-phase-circuit coil as a motor M is used. Generator G is the same as that of Motor M. Moreover, as a dc-battery BT, various rechargeable batteries, such as a lead acid battery, a nickel-cadmium battery, a sodium sulfur cell, a lithium rechargeable battery, a hydrogen rechargeable battery, and a redox type cell, a fuel cell, a mass capacitor, etc. are used.

[0188] By the car of this configuration, the connection switching unit SW is switched to the location which connects the output shaft and Generator G of Engine EG, Generator G drives it with the output of Engine EG, charge is made by Dc-battery BT and Motor M usually drives it using the power of this dc-battery BT. That is, a driving wheel AH is chiefly driven with Motor M, and Engine EG is used as an object for dc-battery charge of Motor M.

[0189] In addition, according to the above-mentioned connection switching unit SW, since rotation of the driving shaft 17 by transit of a car is transmitted to the output shaft of Engine EG by switching to the location which connects the output shaft and Motor M of Engine EG, the rotational frequency of the output shaft of the engine EG is compulsorily controllable by adjusting the rotational-speed regulator V. That is, it switches to the location which connects the output shaft and Motor M of Engine EG with the connection switching unit SW, the output of Engine EG is uniformly held by making the inhalation air content of Engine EG regularity, and the rotational frequency of Engine EG can be compulsorily controlled by adjusting the rotational-speed regulator V.

[0190] As shown in drawing 33, the fuel injection valve 64 which supplies a fuel to the surge tank 63 and Engine EG which suppress pulsation of an air cleaner 61, the throttle valve 62 in which a closing motion drive is carried out by throttle actuator 62a, and inhalation air from the intake of inhalation air is formed in the inhalation-of-air path 60 of Engine EG.

[0191] It is mixed with the fuel injected from a fuel injection valve 64, and the inhalation air inhaled through the inhalation-of-air path 60 is inhaled in the combustion chamber 65 of Engine EG. this fuel — jump spark ignition of the gaseous mixture is carried out with an ignition plug 66 in a combustion chamber 65, and it makes Engine EG drive The gas (exhaust air) which burned in the combustion chamber 65 is led to a catalytic converter 68 through a flueway 67, and after being purified, it is discharged at an atmospheric-air side.

[0192] The high voltage from an ignitor 72 is impressed to an ignition plug 66 through a distributor 71, and ignition timing is determined as it by this impression timing. In addition, a distributor 71 is for distributing the high voltage generated in the ignitor 72 to the ignition plug 56 of each gas column, and the rotational frequency sensor 73 which outputs the pulse signal of 24 shots



to one rotation is prepared for this distributor 71.

[0193] Moreover, the bypass path 75 is formed in the inhalation-of-air path 60 of Engine EG so that the inhalation-of-air circulation space in which the throttle valve 62 was formed may be bypassed, and ISCV76 is formed in this bypass path 75. ISCV76 is equipped with the valve element excellent in the high-speed responsibility by which whenever [ valve-opening ] is controlled by the linear solenoid, and controls an air flow rate with high precision by outputting the duty signal which has a duty ratio equivalent to the time amount ratio of opening and closing of this valve element to a linear solenoid. By using such ISCV76, high-speed control of the inhalation air content at the time of the idling of Engine EG can be carried out, without using throttle actuator 52a which generally consists of large-sized DC motors.

[0194] In Engine EG, as a sensor for detecting the operational status, others [ sensor / 73 / rotational frequency ], While detecting the opening of a throttle valve 52 The close-by-pass-bulb-completely condition of a throttle valve 62 The idle switch 80 ( drawing 34 ) to detect The built-in throttle position sensor 81, the intake temperature sensor 82 which is arranged in the inhalation-of-air path 60, and detects the temperature of inhalation air (inhalation of air), the air flow meter 83 which detects the amount of inhalation of air, the coolant temperature sensor 84 which is arranged by the cylinder block and detects cooling water temperature, It has the oxygen density sensor 85 which is arranged in a flueway 67 and detects the oxygen density under exhaust air, and the speed sensor 86 grade which detects the rate of a car, and these various detection results are inputted into the car controller CC as car information mentioned above.

[0195] As shown in drawing 34, the car controller CC It is constituted as a logic operation circuit centering on a microcomputer. In detail Although various data processing is performed by CPU90 and CPU90 which perform various data processing for controlling Engine EG according to the control program set up beforehand ROM91 in which a required control program, required control data, etc. were stored beforehand, and although various data processing is similarly performed by CPU90 It responds to the result of an operation in RAM92 by which various required data are written temporarily, A/D converter 94 which inputs the backup RAM 93 which can hold data, and the above-mentioned car information at the time of power-source OFF and the input-process circuit 95, and CPU90. Throttle actuator 62a, It has the output-processing circuit 96 grade which outputs a driving signal to a fuel injection valve 64, an ignitor 72, and ISCV76 grade. In addition, a driving signal is outputted to the connection switching unit SW, the rotational-speed regulator V, Generator G, and Motor M besides the actuator with which the above-mentioned engine EG is equipped in the output-processing circuit 96.

[0196] In this 3rd example, Engine EG is operated by the so-called fuel-injection control and the ignition timing control which a fuel injection valve 64 and ignitor 72 grade drive in the amount of optimal drives the optimal timing by the car controller CC constituted in this way. In addition, about this fuel-injection control and ignition timing control, it is the same as usual, and detailed explanation is omitted here. By the car of this example, after starting, when it is judged whether it agreed in the service condition defined beforehand and it agrees by the car controller CC, engine starting is started and activation of the above-mentioned fuel-injection control or ignition timing control is started after that.

[0197] (2) Explain engine starting control engine starting control below. Drawing 35 is a flow chart which shows the engine starting control routine performed by CPU90 of the car controller CC. This engine starting control routine is repeatedly performed for every predetermined time by interruption.

[0198] If CPU90 starts processing, current car information will be inputted first (step S400), and the operation situation of a car will be grasped. And it judges whether from the information, the engine speed NE of Engine EG is "0", and it has stopped, and whether the starting conditions of Engine EG are satisfied (step S402) (step S404). In this example, since it only drives when Engine EG is only chiefly used as an object for power-source charge of Motor M and a dc-battery charge falls, the starting conditions of the above-mentioned engine EG are conditions which judge that it is below a predetermined electrical potential difference at the time of the fall of a dc-battery charge, i.e., the voltmeter which the electrical potential difference of Dc-battery BT does not illustrate. Besides this, it makes into conditions whether for an idle switch 80 to be an ON state. This routine is ended if these conditions are not satisfied.

[0199] on the other hand — these conditions — being materialized — engine starting \*\*\*\* — being certain — \*\* — when judged, starting preparations of Engine EG are made (step S406). Starting preparation of Engine EG is switching the connection switching unit SW to the location which connects the output shaft and Motor M of Engine EG. In the connection switching unit SW, rotation of the driving shaft 17 by transit of a car can be switched to the condition of telling Engine EG, by switching to the location which connects the output shaft and Motor M of Engine EG. Consequently, a drive system required for starting of Engine EG is established. In addition, in this drive system, as mentioned above, it is adjusting the rotational-speed regulator V, and it is possible to adjust the rotational frequency of Engine EG compulsorily.

[0200] After finishing activation of step S406, subsequently the idle rpm TNE made into the target at the time of starting of Engine EG and the target intake air flow TQ required to maintain the target idle rpm TNE are computed from the car information inputted at step S400 (step S408). The amount of electric load amendments set to a detail when the switch of the amount of warming-up amendments based on the detection result of a coolant temperature sensor 84 and a head lamp is made into an ON state is considered, it asks for the idle rpm TNE at the time of the optimal starting for the present condition that Engine EG has set, and target intake air flow TQ is further computed from the idle rpm TNE. In addition, in case target intake air flow TQ is computed, it is good also as a configuration which calculates an inhalation air content using the detection result of an intake temperature sensor 82 in addition to idle rpm TNE, and according to this configuration, in consideration of the air density which changes with air temperature, the highly precise target intake air flow TQ can be calculated.

[0201] Then, the driving signal based on the above-mentioned target idle rpm TNE and target intake air flow TQ is outputted to the rotational-speed regulators V and ISCV76 (step S410). In a detail, it is outputting the driving signal of the controlled variable which becomes settled from the target idle rpm TNE to the rotational-speed regulator V, and the rotation drive of the engine EG is carried out compulsorily at the target idle rpm TNE. Moreover, with outputting the driving signal of a controlled variable based on target intake air flow TQ to ISCV76, the opening of ISCV76 is adjusted and the inhalation air content of Engine EG is changed into target intake air flow TQ.

[0202] At continuing step S412, if the rotational frequency NE of the actual engine EG judges whether it is larger than the target idle rpm TNE for which it asked at step S408 and it judges that it is not large, it will return to step S410. Moreover, if it judges whether it is smaller than continuing permission variation \*\*Qmax as which variation \*\*Q of the inhalation air content of predetermined time was beforehand determined at step S414 and is judged with it not being small, it will return to step S410. On the other hand, it is judged with the actual rotational frequency NE being larger than the target idle rpm TNE at step S412. At step S414 If it judges that variation \*\*Q of an inhalation air content is smaller than permission variation \*\*Qmax It is judged that both the rotational frequency NE of Engine EG and the inhalation air content Q were stabilized. Perform injection control and

ignition timing control which outputs a driving signal to a fuel injection valve 64 or an ignitor 72, and starting of Engine EG is started (step S416). Processing (step S418) which carries out predetermined time prohibition of the change of a service condition so that predetermined time continuation of the starting of the engine EG under these conditions may be carried out is performed. Then, it escapes for a "return" and this processing is once ended.

[0203] The engine speed NE at the time of starting of the engine EG realized by the engine starting control routine constituted as mentioned above and aging of the inhalation air content Q change almost like the timing chart of the 1st example shown in drawing 22.

[0204] A rotation drive is carried out from the time of starting initiation by Motor M, and the engine EG of this example arrives at the inside of a short time at the idle rpm TNE which is the last purpose (time of day t1), and carries out stable transition in the condition so that it may illustrate. Moreover, it is clear that the inhalation air content Q changes in the same characteristic curve in response to the rotational frequency NE of Engine EG. And fuel-injection control and ignition timing control are performed in the stable state (condition to which the property of drawing 22 reached the steady state) from which a rotational frequency NE turns into idle rpm TNE, and variation  $\Delta Q$  of an inhalation air content is set to permission variation  $\Delta Q_{max}$ .

[0205] Therefore, according to this 3rd example, the rotational frequency NE at the time of starting of Engine EG and the stability of the inhalation air content Q are remarkable, and the control precision whose fuel-injection control and ignition timing control which are performed by such a stable rotational frequency NE and the stable inhalation air content Q are those control objectives is secured easily. Therefore, discharge of the emission at the time of starting of Engine EG can be reduced, and low-pollution-ization which is one of the purposes of a hybrid car can be realized. Moreover, since the control precision of fuel-injection control and ignition timing control is excellent, there is no fluctuation of the torque outputted from Engine EG. Consequently, since there is also no torque fluctuation about the driving shaft 17 connected to Engine EG and a machine target, a car shock can be controlled.

[0206] And this 3rd example has forbidden that the service condition of Engine EG should be changed also even for after starting of Engine EG over predetermined time by step S418 of an engine starting program. Therefore, idle operation by which the above was stabilized is continued until the catalytic converter 68 of Engine EG is activated, and much more low-pollution-ization is attained.

[0207] Moreover, in this 3rd example, since it is the thing of a type which uses Engine EG as an object for power-source charge of Motor M chiefly, when a dc-battery charge falls, Engine EG will be operated intermittently. For this reason, there are many opportunities of starting of Engine EG by this type of hybrid car. Consequently, the effectiveness of the above-mentioned low-pollution-izing will more fully be demonstrated.

[0208] 5. Modification [0209] Although the bypass path 75 is formed so that the inhalation-of-air circulation space of Engine EG may be bypassed, and the inhalation air content at the time of an idle is controlled by the 3rd example of the above by ISCV76, the direct rotation drive of the throttle valve 62 may be carried out by throttle actuator 62a. With such a configuration, bypass path 75 grade becomes unnecessary and can simplify the structure of Engine EG.

[0210] In the 3rd example of the above, although the target idle rpm TNE was calculated from the amount of warming-up amendments based on the detection result of a coolant temperature sensor 84, and the amounts of load amendments, such as a head lamp, a dc-battery terminal voltage value, the operational status of a car, an ambient condition, engine each part temperature conditions, etc. may perform increase and decrease of amendment besides this. For example, when an automatic transmission is thrown into D range, the amount of D range amendments can be set up, or when the switch of an air conditioner is made into an ON state, the amount of air-conditioner amendments can be set up.

[0211] Although the rotational frequency which carries out motoring of the engine EG was made into idle rpm TNE in the 3rd example of the above, it changes to this and is good also as a rotational frequency (it is equivalent to the vehicle speed) of a driving shaft 17. In this case, the rotational-speed regulator V becomes telling rotational speed as it is, and is compatible in reduction of discharge of emission, and prevention of torque fluctuation of a driving shaft 17 with this configuration.

[0212] Although it was the configuration which applied to the hybrid car of the type which the 3rd example of the above distributes mechanically the energy which the generation of electrical energy for a motor drive takes from the energy generated from an engine with planetary gear equipment, and drives an axle by the energy which remained, the starting control device of the internal combustion engine of this invention cannot necessarily restrict to what applies to this type of hybrid car, and can apply also in the hybrid car of other types. For example, it is good also as a configuration which applies the energy which the generation of electrical energy for a motor drive takes from the energy generated from an internal combustion engine to the hybrid car of the type distributed electrically. This configuration is shown in Japanese Patent Application No. No. 145575 [seven to ] and Japanese Patent Application No. No. 225869 [seven to ] which the applicant for this patent already proposed, a clutch motor and an assistant motor are formed in an internal combustion engine's output shaft, power is revived by the clutch motor, and an assistant motor is driven using this revived power.

[0213] Furthermore, the starting control device of the internal combustion engine of this invention is not necessarily restricted to what is applied to a hybrid car. It is also applicable to the configuration equipped with the motor only for motoring in the car which drives an axle only with an internal combustion engine.

[0214] 6. In Addition, [0215] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, this invention of the ability to carry out with the gestalt which becomes various within limits which are not limited to the gestalt of such operation at all, and do not deviate from the summary of this invention is natural, and the still more nearly following deformation is also possible for it. For example, although the gasoline engine was used as an engine, various kinds of internal combustion engines, such as a diesel power plant and a turbine engine, can also be used. Moreover, although each above example explained the case where the starting control unit of the internal combustion engine of this invention was carried in a car, this invention is not limited to this and, in addition to this, can also be carried [ means of transportation, such as a vessel and an aircraft, and ] in various industrial machines etc.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is the block diagram showing the outline configuration of the power output unit 110 which constitutes the starting control unit as the 1st example of this invention.
- [Drawing 2] It is the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of drawing 1.
- [Drawing 3] It is the block diagram which illustrates the configuration of the outline of the car incorporating the power output unit 110 of drawing 1.
- [Drawing 4] It is a graph for explaining the principle of operation of the power output unit 110.
- [Drawing 5] It is the nomograph showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with planetary gear 120.
- [Drawing 6] It is the nomograph showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with planetary gear 120.
- [Drawing 7] It is the flow chart which illustrates the operation control routine performed by the control CPU 190 of a control device 180.
- [Drawing 8] It is the explanatory view which illustrates the map in which torque command value  $Tr^*$ , an engine speed  $N_r$ , and relation with the accelerator pedal position  $AP$  are shown.
- [Drawing 9] It is the flow chart which illustrates the operation mode judging manipulation routine performed by the control CPU 190 of a control device 180.
- [Drawing 10] It is the explanatory view showing an example of the range which can operate an engine 150 efficiently.
- [Drawing 11] It is the flow chart which is performed by the control CPU 190 of a control device 180 and which usually illustrates an operation torque control routine.
- [Drawing 12] It is the graph which illustrates the operation point of an engine 150, and the relation of effectiveness.
- [Drawing 13] It is the graph which illustrates the relation between the effectiveness of the operation point of the engine 150 in alignment with the curve of energy regularity, and the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150.
- [Drawing 14] It is the flow chart which illustrates fundamental processing of control of the motor MG 1 performed by the control CPU 190 of a control unit 180.
- [Drawing 15] It is the flow chart which illustrates fundamental processing of control of the motor MG 2 performed by the control CPU 190 of a control unit 180.
- [Drawing 16] It is the flow chart which illustrates the motor driving torque control routine performed by the control CPU 190 of a control device 180.
- [Drawing 17] It is the nomograph showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in motor driving torque control processing.
- [Drawing 18] It is the flow chart which illustrates a part for the first portion of the engine starting control routine performed by the control CPU 190 of a control device 180.
- [Drawing 19] It is the flow chart which illustrates the second half part of the engine starting control routine.
- [Drawing 20] It is the nomograph showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in engine starting control processing.
- [Drawing 21] It is the nomograph showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in engine starting control processing.
- [Drawing 22] It is the timing chart which shows the operation situation of the engine put into operation by engine starting control processing.
- [Drawing 23] It is the flow chart which illustrates a part for the first portion of the engine starting control routine in the 2nd example.
- [Drawing 24] It is the flow chart which illustrates the second half part of the engine starting control routine.
- [Drawing 25] It is the nomograph showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in engine starting control processing.
- [Drawing 26] It is the nomograph showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in engine starting control processing.
- [Drawing 27] It is the nomograph showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in engine starting control processing.
- [Drawing 28] It is the timing chart which shows the operation situation of the engine put into operation by engine starting control processing.
- [Drawing 29] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 110A which is the modification of the power output unit 110 of the 1st example.
- [Drawing 30] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 110B which is the modification of the power output unit 110 of the 1st example.
- [Drawing 31] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 110C which is the modification of the power output unit 110 of the 1st example.
- [Drawing 32] It is the block diagram which illustrates the outline configuration of the car carrying the starting control unit which is the 3rd example of this invention.



[Drawing 33] It is the block diagram which illustrates the engine EG carried in the car, and the outline configuration of the circumference of it.

[Drawing 34] It is the block diagram which illustrates the electric configuration centering on the car controller CC.

[Drawing 35] It is the flow chart which shows the engine starting control routine performed by CPU90 of the car controller CC.

[Description of Notations]

110 — Power output unit  
110A — Power output unit  
110B — Power output unit  
110C — Power output unit  
111 — Power transfer gear  
112 — Driving shaft  
114 — Differential gear  
116,118 — Driving wheel  
119 — Case  
120 — Planetary gear  
121 — Sun gear  
122 — Ring wheel  
123 — Planetary pinion gear  
124 — Planetary carrier  
125 — Sun gear shaft  
125B — Sun gear shaft  
126 — Ring wheel shaft  
126B — Ring wheel shaft  
128 — Power fetch gear  
129 — Chain belt  
132 — Rota  
133 — Stator  
134 — Three phase coil  
135 — Permanent magnet  
139 — Resolver  
142 — Rota  
143 — Stator  
144 — Three phase coil  
145 — Permanent magnet  
149 — Resolver  
150 — Engine  
151 — Fuel injection valve  
152 — Combustion chamber  
154 — Piston  
156 — Crankshaft  
158 — Ignitor  
160 — Distributor  
162 — Ignition plug  
164 — Accelerator pedal  
164a — Accelerator pedal position sensor  
165 — Brake pedal  
165a — Brake-pedal position sensor  
166 — Throttle valve  
166a — Throttle valve  
167 — Bypass path  
167 a—ISCV  
168 — Actuator  
168 — Throttle actuator  
170 — EFIECU  
171 — Throttle-valve position sensor  
172 — Inlet-pipe negative pressure sensor  
174 — Coolant temperature sensor  
176 — Rotational frequency sensor  
178 — Angle-of-rotation sensor  
179 — Starting switch  
180 — Control unit  
182 — Shift lever  
184 — Shift position sensor  
190 — Control CPU  
190 a—RAM  
190 b—ROM  
191 — 1st drive circuit  
192 — 2nd drive circuit  
194 — Dc-battery  
195,196 — Current detector  
197,198 — Current detector  
199 — Remaining capacity detector

MG1 — Motor  
MG2 — Motor  
17 — Driving shaft  
52 — Throttle valve  
52a — Throttle actuator  
56 — Ignition plug  
60 — Inhalation-of-air path  
61 — Air cleaner  
62 — Throttle valve  
62a — Throttle actuator  
63 — Surge tank  
64 — Fuel injection valve  
65 — Combustion chamber  
66 — Ignition plug  
67 — Flueway  
68 — Catalytic converter  
71 — Distributor  
72 — Ignitor  
73 — Rotational frequency sensor  
75 — Bypass path  
76 — ISCV  
80 — Idle switch  
81 — Throttle position sensor  
82 — Intake temperature sensor  
83 — Air flow meter  
84 — Coolant temperature sensor  
85 — Oxygen density sensor  
86 — Speed sensor  
90 — CPU  
91 — ROM  
92 — RAM  
93 — Backup RAM  
94 — A/D converter  
95 — Input-process circuit  
96 — Output-processing circuit  
AH — Driving wheel  
BT — Dc-battery  
CC — Car controller  
DG — Differential gear  
EG — Engine  
G — Generator  
M — Motor  
SW — Connection switching unit  
V — Rotational-speed regulator

---

[Translation done.]